ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต แคลเซียม และน้ำมันหอมระเหยต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี

ธนพร ไกรยุทธ

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต แคลเซียม และน้ำมันหอมระเหยต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี

ธนพร ไกรยุทธ

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
พฤษภาคม 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

EFFECT OF COATING WITH ALGINATE, CALCIUM AND ESSENTIAL OILS ON QUALITY AND SHELF LIFE OF STRAWBERRIES

TANAPORN KAIYUT

A Thesis Submitted to University of Phayao

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Master of Science Degree in Agricultural Science

May 2024

Copyright 2024 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต แคลเซียม และน้ำมันหอมระเหยต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี

ของ ธนพร ไกรยุทธ

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชิติ ศรีตนทิพย์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาสนา พิทักษ์พล)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก)

..... คณบดีคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก)

เรื่อง: ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต แคลเซียม และน้ำมันหอมระเหยต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี

ผู้วิจัย: ธนพร ไกรยุทธ, วิทยานิพนธ์: วท.ม. (วิทยาศาสตร์การเกษตร), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2566

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาสนา พิทักษ์พล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก

คำสำคัญ: แคลเซียม อัลจิเนต น้ำมันหอมระเหย คุณภาพ สตรอว์เบอร์รี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต แคลเซียม และน้ำมันหอมระเหยต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีโดยมี 2 การทดลอง (1) ศึกษาผลของสารเคลือบผิวบริโภคได้อัลจิเนตและแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซิเตรท และแคลเซียมแลคเตทต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอว์เบอร์รีพบว่าการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตและแคลเซียมทุกชนิดช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดโรค และรักษาคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีได้ โดยการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต 0.5%ร่วมกับ $CaCl_2$ 2% มีแนวโน้มช่วยรักษาคุณภาพได้ดีที่สุดและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีได้ (2) ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสตรอว์เบอรี พบว่า การเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต $CaCl_2$ ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดาริน ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดโรค และคุณภาพโดยรวมได้ โดยที่การเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต 0.25%ร่วมกับ $CaCl_2$ 2% และการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต 0.25% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2% แล้วนำมารมด้วยน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน 0.2% มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้นานที่สุด 12 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่เคลือบผิว มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน

Title: EFFECT OF COATING WITH ALGINATE, CALCIUM AND ESSENTIAL OILS ON QUALITY AND SHELF LIFE OF STRAWBERRIES

Author: Tanaporn Kaiyut, Thesis: M.Sc. (Agricultural Science), University of Phayao, 2023

Advisor: Assistant Professor Dr. Wasna Pithakpol Co-advisor Assistant Professor Dr.Wipornpan Nuangmek

Keywords: calcium alginate essential oil quality strawberry

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of alginate coatings with alginate, calcium and essential oils on quality and shelf life of strawberries. Two experiments were conducted: (1) To study the effects of edible coatings with alginate and calcium chloride; calcium citrate and calcium lactate on postharvest quality of strawberries. It has been found that coating with alginate and all types of calcium help to decrease weight loss, disease and maintain the overall quality of strawberries. Coating with 0.5% alginate and 2% $CaCl_2$ tends to maintain the best quality and extend the shelf life of strawberries. (2) To study on the effect of coating with sodium alginate in combination with coating or fumigation with cinnamon and mandarin essential oils on postharvest quality of strawberries. Results showed that coating with calcium-alginate and combined with cinnamon and mandarin essential oils fumigation help to delay weight loss, disease occurrence, and overall quality. Two treatments including coating with 0.25% alginate combination with 2% $CaCl_2$ and coating with 0.25% alginate plus 2%$CaCl_2$ combination with 0.2% mandarin essential oil fumigation showed the longest shelf life of 12 days at low temperature storage (5C), while the control treatment (uncoated) has a shelf life only 6 days.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา พิทักษ์พล ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก กรรมการ ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.มนัส ทิตย์วรรณ เป็นอย่างยิ่งที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางต่าง ๆ ในการทำ วิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ตลอดจนทำการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องเพิ่มเติมในการเขียนวิทยานิพนธ์ เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชิติ ศรีตนทิพย์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา และตรวจทาน แก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์การเกษตร นักวิทยาศาสตร์ เพื่อน ๆ พี่ๆ น้อง ๆ ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตรทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย ครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยาในการอำนวยความสะดวกทางด้านห้องปฏิบัติการในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุน คอยดูแล และเป็น กำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าหวังว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์หรือเป็นแนวทางในการศึกษาสำหรับผู้ที่สนใจต่อไป

ธนพร ไกรยุทธ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

กรอบแนวคิดการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

สตรอว์เบอร์รี่ (Strawberry) 6

การเก็บเกี่ยว 6

องค์ประกอบของคุณภาพผลสตรอว์เบอร์รี 7

แคลเซียม 9

ความสำคัญของแคลเซียมต่อการรักษาคุณภาพของผลิตผล 10

น้ำมันหอมระเหย 11

อัลจิเนต (Alginate) 12

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 18

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยอัลจิเนต และแคลเซียมชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี 18

การทดลอง 1.1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 18

การทดลอง 1.2 ศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียม ซิเตรท (Ca citrate) ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 18

การทดลอง 1.3 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียมแลคเตท (Ca lactate) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 19

วิธีดำเนินการ 19

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการเคลือบหรือการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชย และส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รี 20

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียม คลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหยอบเชย และส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รี 20

การทดลองที่ 2.2 การศึกษาผลของเคลือบโดยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอรี 21

วิธีการดำเนินงาน 21

การบันทึกข้อมูล 22

การวิเคราะห์ข้อมูล 24

บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย.....25
การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยอัลจิเนต และแคลเซียมชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอรี่ 25
การทดลอง 1.1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอรี่พันธุ์พระราชทาน 80 25
การทดลอง 1.2 ศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียม ซิเตรท (Ca citrate) ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 36
การทดลอง 1.3 ศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียมแลคเตท (Ca lactate) ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 46
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหยอบเชย (Cinnamon) และส้มแมนดาริน (Mandarin) หรือร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว สตรอว์เบอรีผลสด 57
การทดลองที่ 2.1 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียม คลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหยอบเชย (Cinnamon) และส้มแมนดาริน (Mandarin) ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสตรอว์เบอร์รีผลสด 57
การทดลองที่ 2.2 การศึกษาผลของเคลือบโดยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รีผลสด.....68
บทที่ 5 บทสรุป.....79
สรุปผลการวิจัย 79
อภิปรายผลการวิจัย 80

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแลคเตทและแคลเซียมซิเตรทต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสตรอว์เบอร์รีผลสด 80

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์และน้ำมันหอมระเหยอบเชย (Cinnamon) และส้มแมนดาริน (Mandarin) หรือร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว สตรอว์เบอร์รีผลสด 82

ข้อเสนอแนะ 84

บรรณานุกรม 85

ประวัติผู้วิจัย 93

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน.....27

ตาราง 2 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน.....29

ตาราง 3 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน.....31

ตาราง 4 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่า L* และค่า a* ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน.....32

ตาราง 5 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่า TA TSS วิตามินซี ความแน่นเนื้อ และอายุการเก็บรักษา ของผล สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน.....35

ตาราง 6 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....37

ตาราง 7 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 39

ตาราง 8 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 41

ตาราง 9 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 42

ตาราง 10 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 44

ตาราง 11 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 47

ตาราง 12 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 49

ตาราง 13 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 51

ตาราง 14 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 53

ตาราง 15 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อต่อปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 55

ตาราง 16 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้ม แมนดารินต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน..59

ตาราง 17 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้ม แมนดารินต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....61

ตาราง 18 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้ม แมนดารินต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....63

ตาราง 19 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 64

ตาราง 20 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อปริมาณกรดที่ ไทเตรทได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....65

ตาราง 21 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....66

ตาราง 22 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....70

ตาราง 23 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....72

ตาราง 24 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 74

ตาราง 25 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.75

ตาราง 26 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 76

ตาราง 27 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 77

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 กรอบแนวคิดการทำวิจัย 4

ภาพ 2 แสดงโครงสร้างของอัลจิเนต.....12

ภาพ 3 แสดงการเชื่อมโยงของอัลจิเนตที่เป็นไปได้ (a) GG/GG junctions, (b) MG/MG junctions และ (c) GG/MG junctions.....13

ภาพ 4 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อการสูญเสียน้ำหนักของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5 ± 2 องศาเซลเซียส) จากนั้นนำมาเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส)เป็นเวลา 2 วัน.....26

ภาพ 5 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อการเกิดโรคของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5 ± 2 องศาเซลเซียส) จากนั้นนำมาเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส)เป็นเวลา 2 วัน.....28

ภาพ 6 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วันจากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน.....30

ภาพ 7 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 36

ภาพ 8 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....38

ภาพ 9 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....40

ภาพ 10 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่ออายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....45

ภาพ 11 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....46

ภาพ 12 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....48

ภาพ 13 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....50

ภาพ 14 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่ออายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....56

ภาพ 15 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน..58

ภาพ 16 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....60

ภาพ 17 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....62

ภาพ 18 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่ออายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน..67

ภาพ 19 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....69

ภาพ 20 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน.....71

ภาพ 21 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 73

ภาพ 22 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่ออายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน 78

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สตรอว์เบอร์รี (Strawberry, *Fragaria ananassa* Duch.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนซึ่งมีการส่งเสริมการปลูกสตรอว์เบอร์รีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 เพื่อทดแทนการปลูกฝิ่นของชาวไทยภูเขา รวมทั้งช่วยยกระดับการค้าค่าครองชีพตลอดจนความเป็นอยู่ของชาวไทยภูเขาให้ดีขึ้น และช่วยสร้างอาชีพใหม่และรายได้ให้แก่เกษตรกร ปัจจุบันสตรอว์เบอร์รีสามารถปลูกได้ในทุกพื้นที่ที่มีสภาพอากาศหนาวเย็น โดยมีการปลูกกันมากในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ตาก แม่ฮ่องสอน พะเยา เพชรบูรณ์ และจังหวัดเลย เนื่องจากมีสภาพอากาศที่เหมาะสม โดยสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 เป็นพันธุ์รับประทานผลสดที่ได้รับความนิยมมากและมีการส่งเสริมให้ปลูกทางการค้า เนื่องจากผลสุกมีกลิ่นหอม รสชาติหวาน เนื้อผลแน่น สีแดงสด รูปร่างผลสวยงาม เป็นรูปทรงกรวยถึงทรงกลม ปลายแหลม ผิวไม่ขรุขระ รวมทั้งเป็นพันธุ์ที่มีการสร้างตาดอกอย่างต่อเนื่อง ให้ผลผลิตในปริมาณมากและยาวนานกว่าพันธุ์อื่น โดยในปี พ.ศ. 2560 จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ปลูก 5,835 ไร่ เกษตรกรแต่ละรายมีพื้นที่ปลูกโดยเฉลี่ย 3.04 ไร่ต่อคน มีต้นทุนในการผลิตสตรอว์เบอร์รีเฉลี่ย 37,994.20 บาทต่อไร่ และรายได้จากการผลิตสตรอว์เบอร์รี่เฉลี่ย 66,836.2 บาทต่อไร่ (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2543) และ (คงกฤช อินทแสน, 2558) ปัจจุบันแนวโน้มของตลาดมีความต้องการสตรอว์เบอร์รีมีเพิ่มขึ้นทั้งด้านแปรรูปและรับประทานผลสด แต่เกษตรกรส่วนใหญ่จำหน่ายสตรอว์เบอร์รี ในรูปแบบผลสด เนื่องจากราคาผลสตรอว์เบอร์รีผลสดยังเป็นที่น่าพอใจ (ครองใจ โสมรักษ์, ณัฐพงษ์ วงษ์มา และอังคณา เทียนกล่ำ, 2560) โดยทั่วไปแล้วผลสตรอว์เบอร์รีจะเก็บเกี่ยวได้เมื่อสีผลเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือสีแดงตั้งแต่ 60% ของผลขึ้นไป ถึงแม้ว่าสตรอว์เบอร์รีเป็นผลไม้ประเภท Non-climacteric แต่สีผิวผลสามารถพัฒนาเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ ดังนั้นผลสตรอว์เบอร์รี ที่เก็บเกี่ยวในระยะที่สีผิวยังไม่เปลี่ยนเป็นสีแดงทั้งผล จะสามารถเปลี่ยนเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้นเมื่อถึงตลาดปลายทางได้ การเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รีที่ผิวเปลี่ยนเป็นสีแดง 100% จะทำให้เกิดการช้ำ ผลเละ และมีเชื้อราเข้าทำลายระหว่างการขนส่งได้ง่าย (นิธิยา

รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ, 2533) และ (ประสาทพร สมิตะมาน และดนัย บุณยเกียรติ, 2543)

ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในสตรอว์เบอร์รีผลสด คือ มีอายุการเก็บรักษาสั้นและมีการสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น ๆ เนื่องจากมีลักษณะผลนิ่มผิวบาง ง่ายต่อการช้ำ ทำให้เกิดความเสียหายทั้งในขณะเก็บเกี่ยว ระหว่างการบรรจุระหว่างการขนส่ง และระหว่างการเก็บรักษา การเคลือบผิว (Coating) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ สารเคลือบผิวหรือฟิล์มเคลือบผิวเป็นสารประกอบชั้นบาง ๆ ที่เคลือบบนผิวด้านนอกของผลิตผลเพื่อชะลอการสูญเสียน้ำ ลดการสูญเสียน้ำหนัก รักษาความสด ชะลอการเปลี่ยนสี ลดอัตราการหายใจ ยับยั้งการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ ชะลอการเน่าเสีย รักษาคุณค่าทางโภชนาการ และยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538, 2544) โดยที่อัลจิเนต (Alginate: Al) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ สกัดได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล เช่น *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria digitata* และ *Laminaria hyperborea* และผ่านการทำแห้งมีลักษณะเป็นผง (Rhim, 2004) สามารถนำมาผลิตเป็นฟิล์มไบโอ-พอลิเมอร์ (Biopolymer) ที่มีคุณสมบัติของคอลลอยด์ ซึ่งช่วยรักษาเสถียรภาพการลอยตัว การขึ้นรูปเป็นฟิล์ม การผลิตเจล การคงตัวของอิมัลชัน ช่วยควบคุมการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตผลระหว่างการเก็บรักษา เช่น ควบคุมความชื้น การแลกเปลี่ยนก๊าซ และกระบวนการสุกของผลไม้ เจลของอัลจิเนตสามารถนำมาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ได้ (Lamikanra and Watson, 2004) รวมทั้งสามารถเติมแคลเซียมหรือสารที่มีประจุ +2 โดยที่แคลเซียม (Calcium) เป็นสารที่ช่วยรักษาคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งแคลเซียมเป็นส่วนประกอบหลักของเพกทินที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของผนังเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ การให้แคลเซียมส่งผลทำให้เนื้อเยื่อพืชมีความแข็งแรงมากขึ้น ช่วยรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว และส่งผลให้ผลิตผลอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น โดยเฉพาะ แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) เป็นที่นิยมมากในอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากหาง่าย ราคาไม่แพง และได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการองค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาว่าสามารถใช้ในผลิตผลเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวได้ (Conway, Sams and Kelman, 1994) นอกจากนั้นยังมีรายงานว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชบางชนิดคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยวในผลิตผลทางการเกษตรได้ (Taghavi, et al. 2021)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในผลของสตรอว์เบอร์รี โดยใช้น้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งเชื้อราที่พบในสตรอเบอรี่ ร่วมกับการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต

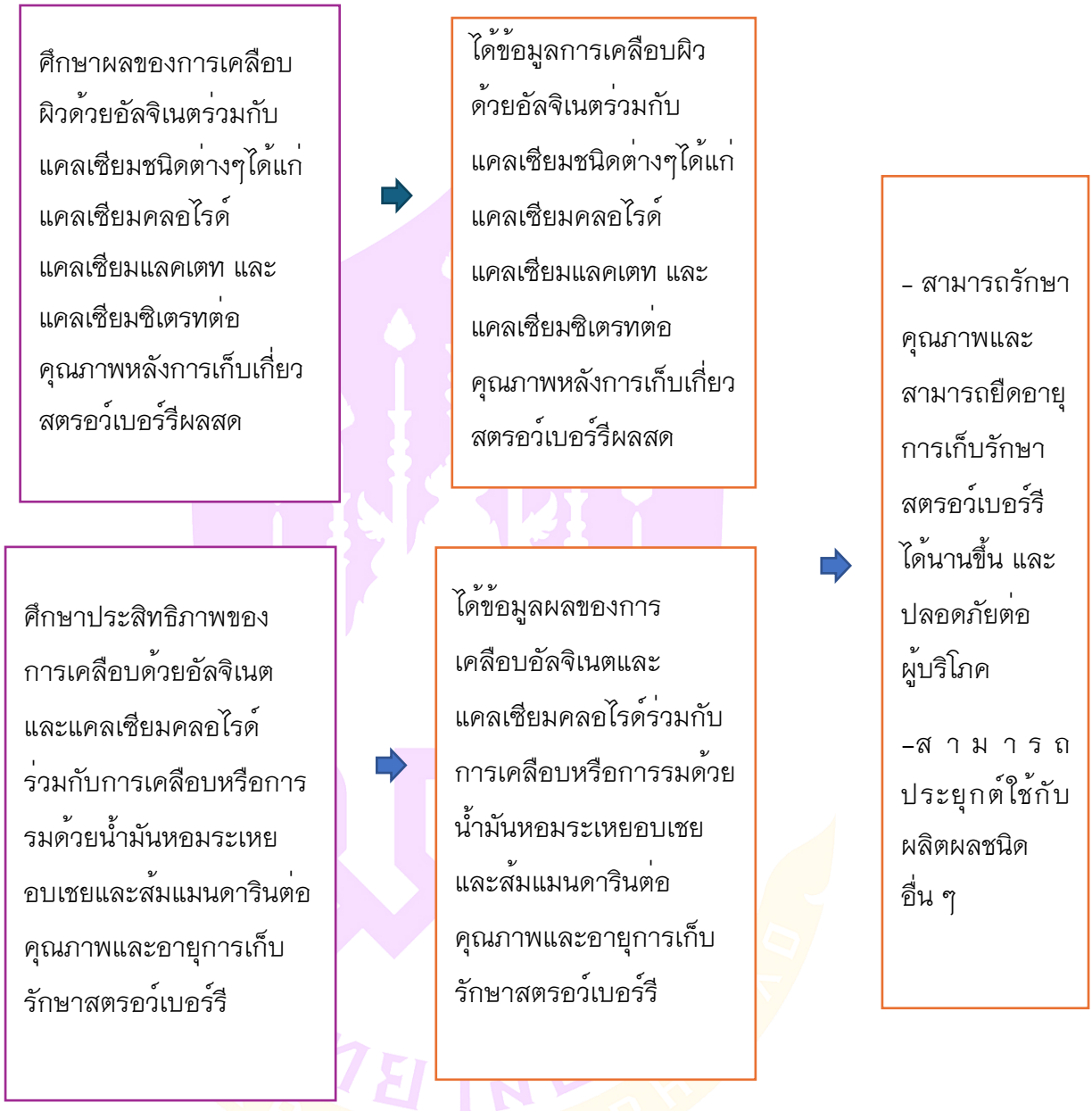
และแคลเซียมชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซิเตรท และแคลเซียมแลคเตท ร่วมกับการเคลือบหรือการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมที่เหมาะสมต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว และอายุการเก็บรักษาของสตรอว์เบอร์รี
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเคลือบอัลจิเนตและแคลเซียมร่วมกับการเคลือบผิวด้วยน้ำมันหอมระเหยต่อการคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสตรอว์เบอร์รี
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเคลือบอัลจิเนตและแคลเซียมร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยต่อการคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสตรอว์เบอร์รี

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีกรอบแนวคิดเกี่ยวกับแนวทางในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีผลสด โดยทำการศึกษาผลด้วยอัลจิเนตและแคลเซียมชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซิเตรท และแคลเซียมแลคเตท ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีผลสดพันธุ์พระราชทาน 80



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการทำวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาผลของผลอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซิเตรท และแคลเซียมแลคเตท ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80
2. ศึกษาประสิทธิภาพการเคลือบอัลจิเนตและแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการเคลือบหรือการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ข้อมูลระดับความเข้มข้นของอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมที่เหมาะสมต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี
2. ได้ข้อมูลประสิทธิภาพการเคลือบอัลจิเนตและแคลเซียมร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเพื่อรักษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี
3. สามารถเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีได้นานขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้กับผลิตผลชนิดอื่น ๆ ได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สตรอว์เบอร์รี่ (Strawberry)

สตรอว์เบอร์รี่ *(Fragaria ananassa* Duch.) อยู่ในวงศ์ Rosaceae มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้เป็นพืชเขตหนาวอายุ 3 ปี (คงกฤช อินทแสน, 2558) เป็นไมผลทรงพุ่มขนาดเล็ก มีลักษณะการเจริญเติบโตโดยการแตกกอมีดอกสีขาวผลมีสีแดงผิวเป็นมัน มีเมล็ดติดอยู่ที่ผิวด้านนอกของผลเมื่อผลสุกจะมีกลิ่นหอม สตรอว์เบอร์รีมีแหล่งกำเนิดอยู่ในเขตอบอุ่นจำเป็นที่ต้องการอากาศที่หนาวเย็นในช่วงของการเจริญเติบโตและช่วงของการติดดอกออกผล สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการส่งเสริมการปลูกสตรอว์เบอร์รี่หลังจากมูลนิธิโครงการหลวงประสบความสำเร็จในการวิจัยให้สตรอวเบอร์รี่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้เป็นอย่างดีในสภาพภูมิอากาศแบบพื้นที่สูงของไทย (วิรัตน์ ปราบทุกข์, และคณะ 2556) โดยพันธุ์สตรอว์เบอร์รีที่ได้รับความนิยมในการปลูก ได้แก่ พันธุ์พระราชทาน 80 พันธุ์ 329 และพันธุ์พระราชทาน 88 สำหรับพันธุ์พระราชทาน 80 เป็นพันธุ์ที่ต้องการการเจริญเติบโตในที่อุณหภูมิต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ และมีลักษณะเด่นกว่าพันธุ์อื่น คือ เมื่อสุกมีกลิ่นหอม รสหวาน เนื้อผลแน่น สีแดงสดรูปร่างของผลสวยงามรูปร่างผลเป็นทรงกลมหรือทรงกลมปลายแหลม มีน้ำหนักประมาณ 12–15 กรัม และสามารถต้านทานโรคแอนแทรกโนส และโรคราแป้งได้ดี (คงกฤช อินทแสน, 2559)

การเก็บเกี่ยว

สตรอว์เบอร์รีจะให้ผลผลิตในช่วงระยะเวลาประมาณ 45–60 วัน ตั้งแต่เริ่มเพาะปลูก แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุของต้นกล้าด้วย การเก็บเกี่ยวจะเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมเป็นต้นไป และทยอยเก็บเกี่ยวผลผลิตไปจนถึงประมาณเดือนมีนาคม ช่วงเวลาของสตรอว์เบอร์รีโดยเฉลี่ยตั้งแต่เพาะปลูกจนถึง เก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายประมาณ 6 เดือน (สำนักงานพาณิชย์ จังหวัดเชียงใหม่, 2537) ดัชนีในการเก็บเกี่ยวของสตรอว์เบอร์รีที่นิยมใช้กัน คือ การดูสีของผล โดยทั่วไปแล้วผลสตรอว์เบอร์รีจะเก็บเกี่ยวได้เมื่อมีสีแดงหรือสีชมพูตั้งแต่ 60 เปอร์เซ็นต์ของผลขึ้นไป ถึงแม้ว่าสตรอว์เบอร์รีเป็นผลไม้ประเภท Non–climacteric แต่ก็สามารถมีสีแดงเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ (สังคม เตชะวงค์เสถียร, 2532) ดังนั้นผลสตรอว์เบอร์รีที่เก็บเกี่ยวใน

ระยะที่ยังไม่แดงทั้งผล จะมีสีแดงพอดีเมื่อถึงตลาดปลายทางได้ การเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รีที่มีผิวสีแดง 100 เปอร์เซ็นต์จะทำให้เกิดการช้ำ ผลเละ และมีเชื้อราเข้าทำลายระหว่างการขนส่งได้ง่าย (ประสาทพร สมิตะมาน และดนัย บุณยเกียรติ, 2543) การที่จะเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รีในระยะใดนั้น จะขึ้นกับความต้องการของตลาด ถ้าเป็นตลาดบริโภคสดหรือตลาดในท้องถิ่นจะเก็บเกี่ยวเมื่อมีสีแดงประมาณ 61–80 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเป็นตลาดที่อยู่ห่างไกลจะเก็บเกี่ยวที่ระยะมีสีแดงประมาณ 21–40 เปอร์เซ็นต์ (ชูพงษ์ สุกุมลนันทน์, 2530) การเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รีมีข้อกำหนด ในเชิงคุณภาพตามมาตรฐานของมูลนิธิโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่ ดังนี้ (ประสาทพร สมิตะมาน และดนัย บุณยเกียรติ, 2543)

ข้อกำหนดเชิงคุณภาพของสตรอว์เบอร์รีเพื่อตลาดบริโภคสด

1. สตรอว์เบอร์รีมีรูปทรงของผลเป็นปกติ ไม่บิดเบี้ยว
2. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลตั้งแต่ 2.5 เซนติเมตร
3. ผลไม่มีอาการเน่า ช้ำ หรือเสียหายเพราะถูกทำลายจากโรคและแมลง
4. สีของผลมีสีชมพู ไม่ปล่อยให้สุกจนเป็นสีแดง

การเก็บ (Picking) ผลสตรอว์เบอร์รี ควรทำการเก็บเกี่ยวในตอนเช้าถึงตอนสาย ซึ่งเป็นช่วงที่แสงแดดยังไม่แรง และยังมีอุณหภูมิไม่สูงนัก (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2543) การเก็บผลจึงต้องมีขั้นตอนหรือวิธีการกระทำด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากสตรอว์เบอร์รีเป็นผลไม้ที่ชอกช้ำและเสียหายได้ง่าย การเก็บผลทำได้โดยใช้มือเด็ดผลออกจากขั้ว หรือใช้กรรไกรขนาดเล็กตัดขั้วผล ภาชนะที่ใช้บรรจุสตรอว์เบอร์รีขณะเก็บผลในแปลง ควรใช้ตะกร้าที่มีความโปร่ง มีขนาดที่เหมาะสม และไม่ควรบรรจุสตรอว์เบอร์รีมากเกินไป เพราะจะเกิดการกดทับทำให้ผลสตรอว์เบอร์รีช้ำ หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วจะต้องทำการรวบรวมผลสตรอว์เบอร์รีที่เก็บได้มาคัดแยกคุณภาพ และส่งขายให้เร็วที่สุด โดยทั่วไปการคัดเกรด (Grading) ผลสตรอว์เบอร์รีก่อนการจำหน่าย ทำให้ได้ราคาสูงขึ้น ปริมาณของแต่ละเกรดที่ตัดได้จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความสม่ำเสมอและคุณภาพของผล ผลที่สุกเกินไป มีสีเขียวขนาดเล็ก และมีรูปร่างผิดปกติควรคัดออกก่อนการบรรจุในภาชนะบรรจุ (ประสาทพร สมิตะมาน และดนัย บุณยเกียรติ, 2543)

องค์ประกอบของคุณภาพผลสตรอว์เบอร์รี

1. รูปร่าง ผลสตรอว์เบอร์รีที่มีคุณภาพดีจะต้องมีรูปรางและรูปทรงตรงตามพันธุ์ มีความสวยงาม เช่น ผลส่วนใหญ่มีรูปร่างแบบกรวย (Conic) และ กลมปลายแหลม (Globose conic) (ดนัย บุณยเกียรติ, 2543)

2. ขนาด ขนาดของผลสตรอว์เบอร์รีขึ้นกับความต้องการของผู้บริโภคว่าจะเป็นตลาดบริโภคสด หรือตลาดเพื่อโรงงานอุตสาหกรรม

3. ตำหนิ ผลสตรอว์เบอร์รีที่ดีควรปราศจากตำหนิใด ๆ ได้แก่ รอยบาดแผล รอยที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลง และเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อรา รวมทั้งส่วนที่เจริญผิดปกติ

4. ความแน่นเนื้อ เมื่อผลสตรอว์เบอร์รีมีขนาดโตขึ้นจะมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีผนังเซลล์แข็งแรง ผลตรอว์เบอร์รีขนาดใหญ่ มักมีความแน่นเนื้อมากกว่าผลที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากมีน้ำในผลมาก ผลสตรอว์เบอร์รีที่มีอายุมากขึ้นจะมีความแน่นเนื้อลดลง การเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รีในระยะที่แก่เกินไป อาจจะส่งผลให้ผิวมีความต้านทานต่อการเสียหายทางกลลดลง จึงช้ำได้ง่ายอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ผลสตรอว์เบอร์รีนิ่มมากขึ้น (ประสาทพร สมิตะมาน และดนัย บุณยเกียรติ, 2543)

5. สี ผู้บริโภคนิยมผลสตรอว์เบอร์รีที่มีสีแดง การเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รีในช่วงที่มีสีแดง 100 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดความเสียหายมากในการขนส่ง จึงต้องเก็บเกี่ยวในระยะก่อนหน้านี้ เพราะสีผิวของผลสตรอว์เบอร์รีสามารถพัฒนาเป็นสีแดงได้ภายหลังการเก็บเกี่ยว (ชูพงษ์ สุกุมลนันทน์, 2530) สีแดงของผลสตรอว์เบอร์รีเกิดจากรงควัตถุแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) สีแดงของผลสตรอว์เบอร์รีนี้ จัดเป็นองค์ประกอบทางคุณภาพที่สำคัญ เพราะสามารถดึงดูดผู้บริโภคได้ดี (ดนัย บุณยเกียรติ, 2544)

6. น้ำตาล ผลสตรอว์เบอร์รีเริ่มสร้างน้ำตาลได้ตั้งแต่ผลอายุ 10 วัน และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลจะเริ่มลดลง เมื่อผลเริ่มเข้าสู่ระยะสีแดงสุก (Forney and Breen, 1986) ระดับน้ำตาลในผลเป็นสิ่งที่บอกถึงความหวานของผลสตรอว์เบอร์รี ดังนั้นผลสตรอว์เบอร์รีที่มีคุณภาพดี จึงต้องมีปริมาณน้ำตาลสูง (ทองใหม่ แพทย์ไชโย และดนัย บุณยเกียรติ, 1998) แต่การวัดปริมาณน้ำตาลเป็นเรื่องที่ต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการ แต่สามารถหาความหวานของผลสตรอว์เบอร์รีได้โดยดูจากค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ซึ่งวัดได้โดยใช้เครื่อง Refractometer ซึ่งวัดความสัมพันธ์ระหว่างการหักเหของแสงผ่านสารละลายกับความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำคั้นของผลไม้ อย่างไรก็ตาม ค่าที่วัดได้นี้ไม่ใช่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพียงอย่างเดียว นอกเหนือจากน้ำตาลซึ่งละลายน้ำได้แล้ว สารอื่น ๆ ในสตรอว์เบอร์รี เช่น กรดอินทรีย์ ก็มีผลต่อการหักเหของแสงหมือนกัน ดังนั้นค่าอ่านได้จึงไม่ใช่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดแต่เป็นสารอื่นด้วย ค่าที่ได้จึงเป็นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Soluble solids content) ไม่ใช่ค่าความหวานหรือปริมาณน้ำตาล (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538)

7. กรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์ที่พบในผลสตรอว์เบอร์รีส่วนใหญ่ คือ กรดซิตริก (Citric acid) (สังคม เตชะวงค์เสถียร, 2532) ความสมดุลของกรดและน้ำตาลในผล จะมีผลกระทบโดยตรงต่อรสชาติ คือ ถ้าปริมาณกรดมากจะเปรี้ยว ปริมาณของกรดในผลไม้จะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดระหว่างการเจริญเติบโต และพัฒนาขณะอยู่บนต้น เนื่องจากกระบวนการของ Krebs cycle ที่เกิดขึ้นในเซลล์ของพืชชั้นสูง (Forney and Breen, 1986) ปริมาณของกรดจะลดลงเมื่อผลสตรอว์เบอร์รีมีอายุมากขึ้น (ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2535) และระหว่างช่วงเวลาของการสุก (สายชล เกตุษา, 2528)

8. วิตามินซี ผลไม้นั้นนับเป็นแหล่งที่สำคัญของวิตามินและเกลือแร่ ดังนั้น ผลสตรอว์เบอร์รี ที่มีวิตามินซีสูงจะมีคุณภาพดีกว่าผลที่มีวิตามินซีต่ำ ปกติผลที่เริ่มแก่จะมีปริมาณวิตามินซีลดลงพร้อม ๆ กับการลดลงของกรดอินทรีย์ ภายหลังการเก็บเกี่ยว วิตามินซีจะสูญเสียไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะภายใต้สภาพที่มีอุณหภูมิสูง การเก็บรักษาและขนส่งผลสตรอว์เบอร์รี ภายใต้อุณหภูมิต่ำจะชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ (ประสาทพร สมิตะมาน และดนัย บุณยเกียรติ, 2543)

9. กลิ่น ผลสตรอว์เบอร์รีที่มีกลิ่นหอมจะดึงดูดผู้บริโภคได้ดีกว่าผลที่ไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นน้อย ปริมาณของสารที่ให้กลิ่นซึ่งได้แก่ สารระเหย (Volatiles) และเอสเทอร์ (Ester) จะขึ้นอยู่กับพันธุ์และระยะความแก่ของผล (ชูพงษ์ สุกุมลนันทน์, 2530)

10. ความปลอดภัยในการบริโภค ในปัจจุบันความตื่นตัวถึงสารพิษตกค้างในผลิตผลทางการเกษตรมีมากขึ้น ผู้บริโภคบางส่วนหันไปหาซื้อผักและผลไม้ซึ่งผลิตขึ้นโดยไม่มีการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ในแง่นี้ผลิตผลที่ปลอดสารพิษ จึงถือว่าเป็นผลิตผลที่มีคุณภาพดีกว่าผลิตผลที่ผลิตตามวิธีปกติ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538)

แคลเซียม

แคลเซียมเป็นส่วนสำคัญในสรีรวิทยาผลไม้ เช่น แคลเซียมรักษาความดัน Turgor และเยื่อหุ้มเซลล์ แคลเซียมและกรดเพคติกอยู่ในผลไม้จะสร้างแคลเซียมเพคเตท เนื่องจากโครงสร้างของเซลล์มีความเสถียร นอกจากนี้ยังรักษาการเกิดสีน้ำตาลของผักและผลไม้โดยการลดการรั่วไหลของโพลีฟีนอล Oxidase (PPO) พื้นผิวของการตัดและพื้นผิวด้านนอก (Lara, Garcıa and Vendrell, 2004) การพ่นแคลเซียมในผลของสตรอว์เบอร์รีสามารถเพิ่มคุณภาพของผล ความแน่นเนื้อของผล และสามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อราได้ (Singh, Sharma and Tyag, 2007)

ความสำคัญของแคลเซียมต่อการรักษาคุณภาพของผลิตผล

แคลเซียมเป็นโลหะอัลคาไลน์ ไม่พบเป็นธาตุอิสระในธรรมชาติ แต่พบเป็นคาร์บอเนต ซัลเฟต และคลอไรด์ เป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ยาก เมื่ออยู่ในเนื้อเยื่อพืชแล้วจึงไม่ค่อยเคลื่อนย้ายไปส่วนอื่น การให้แคลเซียมจากภายนอกสามารถเพิ่มระดับแคลเซียมในเนื้อเยื่อพืชได้ (Lichter, et al. 2002, Saftner, et al. 2003) โดยผ่านทางเอพิเดอมิส (Epidermis) หากแคลเซียมมีความเข้มข้นมากระดับแคลเซียมในเนื้อเยื่อจะมากขึ้นตามไปด้วย (Gerasopoulos, Chouliaras and Lionaki, 1996) จึงมีการนำแคลเซียมมาใช้ในการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการรักษาคุณภาพของผลิตผลอย่างมากมาย โดยแคลเซียมมีบทบาทในการรักษาสภาพโครงสร้างของผนังเซลล์ และ Middle lamella (Lara, Garcia and Vendrell, 2004) โดยแคลเซียมที่อยู่ในรูปแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) จะทำปฏิกิริยากับกรดเพคติค (Pectic acid) เป็น Calcium pectate หากพันธะดังกล่าวมีมากจะทำให้อัตราการสลายของเพคตินลดลง (Ferguson, 1984) และทำปฏิกิริยากับ Non–methylated uronic acid residue เป็น Calcium bridge เชื่อมระหว่าง Pectic polymer ที่อยู่ชิดกัน ทำให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรง (Lara, Garcia amd Vendrell, 2004) และสามารถยับยั้งการทำงานของ Cell wall degradative enzyme ได้ นอกจากนี้ยังสามารถรักษาความเต่งของเซลล์ด้วย การรักษาสภาพของผนังเซลล์สามารถคงความแน่นเนื้อของผลิตผลได้ จึงมีการใช้แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) เป็นสารคงความแน่นเนื้อทั้งในผลไม้บรรจุกระป๋อง และผักชนิดต่าง ๆ (Camire, et al. 1994) โดย Ca^{2+} บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์จะทำปฏิกิริยากับ Phospholipids และ Carboxylic group ของ Membrane protein ที่มีประจุลบเพื่อป้องกันการรั่วไหลของสารภายในเซลล์ (Hanson, 1984) ควบคุมการผ่านเข้าออกของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ การคงสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์จึงเป็นกุญแจสำคัญในการยืดอายุของผลิตผล (Huang, et al. 2005) ได้มีการศึกษาของ รุ่งนภา อินทปิ่น (2547) พบว่าการแช่ผลเงาะพันธุ์โรงเรียนใน $CaCl_2$ ความเข้มข้น 1.0 % เป็นเวลา 10 นาที ช่วยลดการรั่วไหลของไอออนได้ จากบทบาทของแคลเซียมต่อการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ในการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่าง ๆ ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์รวมทั้งสารพวกฟอสเฟต (Phosphate) และวัตถุดิบที่ใช้ในการหายใจ เช่น มาเลต (Malate) ไม่ให้ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือโทโนพลาสต์ (Tonoplast) เข้าไปได้ จึงสามารถลดอัตราการหายใจสูงสุด (Climacteric rise) ของผลิตผลได้ (Ferguson, 1984) ในปี 1972 ได้มีการศึกษาของ Faust และ Shear (Faust and Shear, 1972) พบว่านอกจากการรักษาสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ และยังมีผลต่ออัตราการหายใจที่ลดลงแล้ว แคลเซียมยังสามารถยับยั้งการทำงานของไมโตคอนเดรียซึ่งเป็นแหล่งสำคัญในการเกิดกระบวนการหายใจระดับเซลล์และลดอัตราการแพร่ของออกซิเจนเนื้อเยื่อทำให้ออกซิเจนในผลิตผลลดลง จึงเกิดการยับยั้งการ

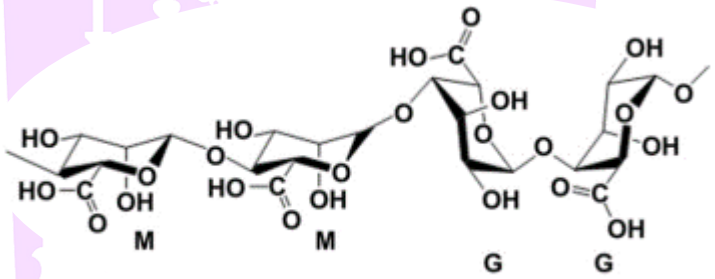
ถ่ายทอดอิเล็กตรอน จาก NADH (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) นอกจากนั้นการสูญเสียน้ำหนักสดยังเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อการสูญเสียคุณภาพของผลิตผล เนื่องจากความชื้นในผลิตผลมักสูงกว่าความชื้นในบรรยากาศ ดังนั้นน้ำภายในผลิตผลจึงระเหยสู่บรรยากาศ ผลิตผลจะสูญเสียน้ำตลอดระยะเวลาเก็บรักษา (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) จากการที่แคลเซียมมีบทบาทในการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำในเซลล์ด้วย (Huang, et al. 2005) รวมทั้งแคลเซียมยังสามารถช่วยลดการเกิดโรคได้โดยตรงจากการยับยั้งการงอกของสปอร์ การยืดของ Germ tube และยับยั้งการสร้าง Pectinolyic enzyme ในเชื้อโรคหลายชนิด (Wisniewski, et al. 1995) เพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผนังเซลล์ ของผลิตผลจึงยากต่อการเข้าทำลายของเชื้อราและแบคทีเรีย และอาจช่วยส่งเสริมการทำงานของ Antagonist ในการควบคุมโรค (Miceli, et al. 1999) นอกจากนี้ยังชะลอการเปลี่ยนแปลงสี การผลิตเอธิลีน และการเปลี่ยนแปลงน้ำตาล จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้แคลเซียมถูกใช้เป็นสารต้านการสุก (Antiripening) และต้านการเสื่อมสภาพ (Antisenescence) ในผลิตผลหลากหลายชนิด (Ferguson, 1984) แต่หากความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้สูง เกินไปอาจก่อให้เกิดบาดแผลบนผลิตผลได้ (Conway, et al. 1994)

น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารประกอบทุติยภูมิ (Secondary metabolite) ที่สะสมอยู่ในต่อมน้ำมัน (Oil gland) หรือในท่อภายในส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เป็นสารที่ระเหยได้ง่ายในอุณหภูมิห้อง มักมีกลิ่นหอมหรือกลิ่นเฉพาะตัว มีวิธีการสกัดได้หลายวิธี เช่น การกลั่น (Water–steam distillation) การสกัดด้วยไขมัน (Enfleurage) การแช่หมัก (Maceration) การสกัดด้วยสารทำละลาย (Solvent extraction) หรือการบีบอัด (Mechanical pressing) เป็นต้น (Linskens and Jackson, 1991) องค์ประกอบส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบจำพวกเทอร์ฟีนส์ (Terpenes) พบมากในน้ำมันหอมระเหยเป็นพวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ นอกจากนี้ยังพบสารประกอบจำพวก ฟีนีลโพรพีน (Phenylpropenes) ที่มีโครงสร้างหลักเป็นวงอะโรมาติก (Aromatic ring) ต่อกับอะตอมของคาร์บอน 3 อะตอม น้ำมันหอมระเหยบางชนิดอาจมีองค์ประกอบหลักที่มีปริมาณมาก ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นอาจไม่มีองค์ประกอบใดเด่นมาก แต่องค์ประกอบเหล่านั้นผสมผสานกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม องค์ประกอบที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยในน้ำมันหอมระเหยชนิดหนึ่ง อาจเป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อกลิ่นและฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญของพืชนั้น ๆ (ปวีณ์นุช ถือแก้ว, 2560)

อัลจิเนต (Alginate)

อัลจิเนต หรือ อัลจินเป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (Phaeophyceae) ในทางอุตสาหกรรมสาหร่ายทะเลที่ใช้ผลิตอัลจิเนต ได้แก่ *Macrocystis pyrifera* มีอัลจินประมาณ 14–19 % , *Laminaria cloustoni* และ *Laminaria digitata* มีอัลจิเนตประมาณ 15–40 % ปริมาณที่พบจะขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย ฤดูกาล และแหล่งที่สาหร่ายเจริญเติบโต สาหร่ายเหล่านี้พบได้ทั่วไปในโลก ประเทศที่ผลิตอัลจิเนตมาก คือ สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน นอร์เวย์ แคนนาดา และญี่ปุ่น ทั้งอัลจิเนตยังเป็น Unbranched binary copolymer ของ 1,4–D–manuronic acid (M) และ Lguluronic acid (G) ในโมเลกุลประกอบด้วย Homopolymeric regions ของ G และ M ที่เรียกว่า G– และ M–blocks ตามลำดับและยังมีบางส่วนของโมเลกุลเป็น MG–blocks ดังแสดงในภาพที่ 2 (สวามินี ธีระวุฒิ และปฏิยุทธ์ ขวัญอ่อน 2560)

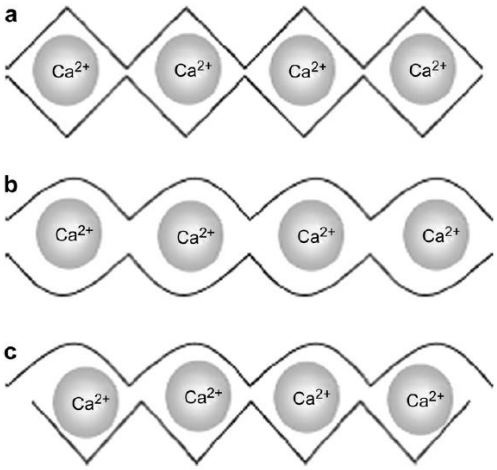


ภาพ 2 แสดงโครงสร้างของอัลจิเนต

อัลจิเนตที่ผลิตและจำหน่ายในเชิงการค้านั้นมีหลายอนุพันธ์จึงมีสมบัติการละลายในน้ำที่แตกต่างกันไป เช่น อนุพันธ์ของเกลือ Ca^{2+}, K^{+}, Na^{+}, NH_4^{+} อนุพันธ์เหล่านี้จะละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น ความหนืดของสารละลายอัลจิเนตที่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล ประจุบวกของโลหะที่อยู่ในโครงสร้าง รวมถึงค่าการเป็นกรด–ด่าง (pH) ด้วย เช่น ความหนืดของสารละลายอัลจิเนตจะคงที่เมื่อมีค่าความเป็นกรด–ด่างมากกว่า 5 แต่ความหนืดของสารละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีค่าความเป็นกรด–ด่างน้อยกว่า 4.5 หากสารละลายมีค่าความเป็นกรด–ด่างเท่ากับ 3 จะเริ่มมีผลึกของกรดอัลจินิกเกิดขึ้น

โซเดียมอัลจิเนตสามารถรวมตัวในน้ำได้ดีเพราะในโครงสร้างมีหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำ คือ –OH และ –COOH ที่มีอยู่ในโครงสร้างของโซเดียมอัลจิเนต นอกจากนี้ยังมีความพรุนสูง มีพื้นที่ผิวสูง มีความสามารถในการดึงดูดประจุสูง มีความคงตัวในตัวทำละลายอินทรีย์ สามารถเข้ากันได้ทางชีวภาพ (Biocompatibility) ไม่เป็นพิษ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หาได้ง่าย ย่อย

สลายได้ง่าย โซเดียมอัลจิเนตสามารถรวมกับโลหะหมู่ II เช่น Ca^{2+}, Ba^{2+}, Zn^{2+} แล้วจะทำให้เกิดเป็นโครงสร้าง 3 มิติเป็นเจล โดยขนาดของเม็ดบีดจะขึ้นอยู่กับชนิดของอะตอมโลหะ แต่อย่างไรก็ตาม การเกิดเจลของอัลจิเนตจะเรียกโครงสร้างเช่นนี้ว่า Egg-box อัลจิเนตสามารถเกิด Chelates กับ อะตอมโลหะหมู่ II เพื่อเกิดเป็นไฮโดรเจล (Hydrogel) ได้ โดยเจลเกิดจาก Interaction ระหว่าง G-blocks ที่ยึดเหนี่ยวกันอย่างหนาแน่น นอกจากนี้ยังสามารถเกิด MG blocks ที่เกิดการเชื่อมกันอย่างอ่อน ๆ ดังนั้นอัลจิเนตที่มีปริมาณ G contents ค่อนข้างสูงจะได้เจลที่มีความแข็งแรง โดยความสามารถในการเกิดเจลของอัลจิเนตกับโลหะหมู่ II เป็นลำดับ ดังนี้ Pb > Cu > Cd > Ba > Sr > Ca > Co, Ni, Zn > Mn แต่อย่างไรก็ตาม Ca^{2+} นิยมใช้เป็นอย่างมากในการเกิดเจล ซึ่งรูปแบบการเกิดการเชื่อมโยงสายโซ่อัลจิเนต เพื่อเกิดเป็นแคลเซียมอัลจิเนตเจล (พรรณพนัช แซ่ม, 2562) ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพ 3 แสดงการเชื่อมโยงของอัลจิเนตที่เป็นไปได้ (a) GG/GG junctions, (b) MG/MG junctions และ (c) GG/MG junctions

การเชื่อมโยงของแคลเซียมของอัลจิเนต (Calcium crosslinking) โดย Ionic gelation method สามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีการซึมผ่าน (Diffusion method) หรือ Spherification โดยแคลเซียมไอออนจะซึมเข้าไปในสารละลายอัลจิเนตจากภายนอกแล้วเกิดเป็นเจลหรือเป็นเม็ดบีดที่แข็ง ซึ่งความหนาของเจลจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแคลเซียมไอออน และวิธีแพร่ผ่านจากภายใน (Internal setting method) หรือ Reverse spherification โดยแคลเซียมไอออนจะอยู่ภายในสารละลายอัลจิเนตแล้วค่อย ๆ แพร่ผ่านออกมาสู่ภายนอก จะได้เจลหรือเม็ดบีดที่มีขนาดใกล้เคียงกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Mytle, et al. (2006), Menon and Garg (2001) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลู พบว่าเมื่อเติมน้ำมันกานพลูเข้มข้นเพียง 1% ลงในไส้กรอกไก่ จะสามารถลดจำนวนและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Listeria monocytogenes* ในไส้กรอกที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ทำให้เสียรสชาติอาหาร และน้ำมันหอมระเหยกานพลูเข้มข้นเพียง 0.5% ก็สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต ของแบคทีเรีย *Listeria monocytogenes* ในเนื้อหมูและชีสได้อีกด้วย

บัณฑิต คันธา, และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชในวงศขิง (*Zingiberaceae*) 5 ชนิดได้แก ขิง ข่า ขมิ้นชัน กระชาย และเร่วหอม สกัดด้วยวิธีต้มกลั่น (Hydrodistillation) และสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) 2 ชนิด (Ethanol และ Petroleum ether) นำมาทดสอบผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่คัดแยกได้จากเมล็ดถั่วลิสง โดยวิธี Agar dilution method ที่ความเข้มข้น 100, 500, 1000, 5000 และ 10000 ppm พบว่าน้ำมันหอมระเหยข่าที่ความเข้มข้น 5000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้อย่างสมบูรณ์เป็นเวลา 7 วัน ส่วนการยับยั้งการงอกของสปอร์ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าสกัดที่ความเข้มข้น 5000 และ 10000 ppm สามารถยับยั้งการงอกได้ 100% เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แต่น้ำมันหอมระเหยจากข่าที่ได้จากการต้มกลั่นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ 24 ชั่วโมง

Du, et al. (2009) ได้ศึกษาถึงผลการยับยั้งแบคทีเรียในฟิล์มบริโภคได้จากแอปเปิ้ลผสมน้ำมันหอมระเหยออลสไปซ์ อบเชย และกานพลูด้วยวิธีสัมผัสกับอาหารโดยตรง และปล่อยให้น้ำมันระเหยออกไปเอง พบว่าฟิล์มที่ผสมสารสกัดเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาได้ลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบนผิวหน้าอาหาร และพบว่าฟิล์มที่ผสมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และกานพลูสามารถต้านแบคทีเรียได้ดีกว่าฟิล์มที่ผสมน้ำมันหอมระเหยออลสไปซ์

Gol and Chaudhari (2015) ได้ศึกษาผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเฟือง พบว่าอัลจิเนตความเข้มข้น 2% สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักการสลายตัวของเม็ดสี การสลายตัวของเปอร์เซ็นต์สารที่ไทเทรตได้ มีผลต่อค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ค่า pH และปริมาณกรดแอสคอร์บิก

อิษยา นะมิกิ, และคณะ (2561) ได้ศึกษาคุณภาพของผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยการแช่ผลหม่อนระยะสุกจัด (สีดำทั้งผล) ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0 0.5 1.0 1.5 และ 2.0% ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ผึ่งให้แห้ง และบรรจุในถาดโฟม

(Polystyrene) หุ้มด้วยฟิล์ม Polyvinyl chloride แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80–85) นาน 15 วัน พบว่าผลหม่อนที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 1.5 และ 2.0% มีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) และการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด และมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด ผลหม่อนทุกชุดทดลองมีค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ผลหม่อนที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 2.0% มีการสูญเสียน้ำหนักและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้น้อยที่สุด และมีค่าความแน่นเนื้อและปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด

Sabir, et al. (2019) ได้นำผลแบล็คเบอร์รีพันธุ์จัมโบ้มาเคลือบด้วยกรดซาลิไซลิกความเข้มข้น 2% และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% พบว่าแบล็คเบอร์รีพันธุ์จัมโบ้ที่เคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีการยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 10 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

Alharaty and Ramaswamy (2020) ได้นำสตรอว์เบอร์รีมาทำการเคลือบอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ พบว่าสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยอัลจิเนตที่ความเข้มข้น 2% (w/w) และแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 2% (w/w) ช่วยยับยั้งการเกิดเชื้อราและยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ถึง 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมมีการเจริญเติบโตของเชื้อราเมื่อทำการเก็บสตรอว์เบอร์รีในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการเก็บรักษาเป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ การเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคลอไรด์มีประสิทธิภาพในลดอัตราการหายใจ การคายน้ำ ชะลอการเพิ่มขึ้นของ pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

Sunila, et al. (2020) ได้ทำการศึกษาการเคลือบแคลเซียมคลอไรด์และแคลเซียมแลคเตทต่อการยืดอายุของส้มเขียวหวาน พบว่าส้มเขียวหวานที่เคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีคุณภาพทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสดีที่สุด รองลงมาคือส้มเขียวหวานที่เคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 1.5%

Shehata, et al. (2020) ได้ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาของสตรอว์เบอร์รีโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยร่วมกับสารเคลือบผิวที่สามารถรับประทานได้ โดยการใช้น้ำมันหอมระเหยที่แตกต่างกัน ได้แก่ น้ำมันมะนาว น้ำมันส้ม และน้ำมันส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และจุลินทรีย์ของสตรอว์เบอร์รีเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 ± 1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 95% (RH) เป็นเวลา 18 วัน จากการทดลอง พบว่าสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ มากกว่าผลไม้ที่ไม่ผ่านการเคลือบ เนื่องจากน้ำมันหอม

ระเหยมีคุณสมบัติช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของเชื้อราและยีสต์ เมื่อครบระยะเวลาการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบน้ำมันหอมระเหยมีการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่าผลไม้ที่ไม่ผ่านการเคลือบน้ำด้วยน้ำมันหอมระเหย

ณิชาภัทร แก้วมณี, มัณฑนา บัวหนอง และพนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย (2561) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตท ต่อการลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้หั่นชิ้น โดยนำผลมะมวงสุกที่ความแน่นเนื้อ 11 – 13 นิวตัน ที่ผ่านการล้าง ปอกเปลือก และหั่นชิ้นมาจุ่มในสารละลายแคลเซียมแลคเตทที่ความเข้มข้น 0 (น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2%เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นปล่อยให้สะเด็ดน้ำและบรรจุใส่กล่องพลาสติกแบบกึ่งคงรูปมีฝาปิด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน พบวาสารละลายแคลเซียมแลคเตทที่ความเข้มข้น 1% และ 2% ชะลอการเปลี่ยนแปลงคาสีของเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นมากกว่ากรรมวิธีอื่น ทั้งค่า L*, Hue angle และค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (ΔE) โดย พบว่าค่า L* และคา Hue angle มีค่าสูงกว่าเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นกรรมวิธีอื่น และคา ΔE ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น และเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นที่ผ่านการจุ่มสารละลายแคลเซียมแลคเตท ปริมาณความเข้มของสีน้ำตาล (Browning intensity) และคะแนนการเกิดสีน้ำตาล (Browning score) ต่ำกว่าเนื้อมะมวงสุกหั่นชิ้นกรรมวิธีอื่น นอกจากนี้การจุ่มในสารละลายแคลเซียมแลคเตทยังสามารถรักษาความแน่นเนื้อ และเก็บรักษาได้เป็นเวลา 6 วัน ในขณะที่เนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นกรรมวิธีอื่นเก็บรักษาได้ 4 วัน

วนิดา ไทรชมพู, และคณะ (2563) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Methicillin resistant* และ *Staphylococcus aureus* (MRSA) 6 สายพันธุ์ ของน้ำมันหอมระเหย 5 ชนิดได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูด เหง้าข่า เหง้าขิง ลำต้นเหนือดินของตะไคร้แกง และเปลือกอบเชย และคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ MRSA ดีที่สุด มาพัฒนาเป็นเม็ดบีดส์ โดยเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ MRSA DMST 20645, DMST 20646, DMST 20649, DMST 20651, DMST 20652 และ DMST 20654 ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อ MRSA ของน้ำมันทุกชนิดโดยวิธี Broth microdilution พบว่าน้ำมันอบเชยมีฤทธิ์ดีที่สุด โดยมีค่า Minimal inhibitory concentration (MIC) ต่อเชื้อ MRSA แต่ละสายพันธุ์เท่ากับ 1.562, 3.125, 3.125, 0.098, 6.25, และ 3.125 µg/ml มีค่า Minimum Bactericidal Concentration (MBC) เท่ากับ 6.25, 3.125, 3.125, 0.098, 6.25, และ 6.25 µg/ml ตามลำดับ เมื่อนำน้ำมันอบเชยมาพัฒนาเป็นเม็ดบีดส์โดยการ Encapsulation ด้วยโซเดียมอัลจิเนตให้ได้เม็ดบีดส์ 3 สูตร คือสูตรอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5%, 1% และ 3% พบว่าสูตรอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5 % เก็บกักน้ำมันอบเชยได้น้อยที่สุด เม็ดบีดส์มีลักษณะเปื่อยยุ่ย ส่วนสูตร 1% อัลจิเนต เก็บกักน้ำมัน

อบเชยได้ปานกลาง เม็ดบีดส์มีรูปทรงที่ดี และบีบแตกได้ง่าย ขณะที่สูตร 3% อัลจิเนต เก็บกักน้ำมันอบเชยได้ดี แต่เม็ดบีดส์มีความเหนียวและแข็งเกินไป การศึกษานี้สรุปได้ว่า เม็ดบีดส์ของน้ำมันอบเชยที่ใช้โซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 1% มา Cross-link กับ Calcium Chloride เหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์ในเภสัชภัณฑ์ต้านเชื้อ MRSA ต่อไป

Kahramanoğlu, et al. (2022) ได้ทำการศึกษาผลของสารเคลือบที่บริโภคได้ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยกระวานต่อคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี โดยนำผลสตรอว์เบอร์รีมาเคลือบด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ (แป้งข้าวโพดความเข้มข้น 2%) แป้งข้าวโพดความเข้มข้น 2% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยกระวานความเข้มข้น 0.5% และชุดการทดลองควบคุม จากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 4 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 90–95% เป็นเวลา 15 วัน ผลการศึกษาพบว่าการเคลือบผิวด้วยแป้งข้าวโพด และแป้งข้าวโพดร่วมกับน้ำมันหอมระเหยกระวาน มีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของสตรอว์เบอร์รีได้ โดยช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก โดยหลังจากเก็บรักษา 15 วัน มีการสูญเสียน้ำหนัก 9.06 และ 7.13% ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนัก 12.4% รวมทั้งช่วยลดความรุนแรงของโรค ลดการเน่าเสียของโรค ลดอัตราการหายใจของผลไม้ ชะลอการสูญเสียของความแน่นเนื้อ ชะลอปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ชะลอปริมาณกรดแอสคอร์บิค และชะลอปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

Utami, et al. (2023) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม (*Citrus suhuinensis* cv Pontianak) ร่วมกับโซเดียมอัลจิเนตต่อคุณภาพกายภาพของสตรอว์เบอร์รี โดยนำสตรอว์เบอร์รีมาจุ่มในสารละลายโซเดียมอัลจิเนตร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม cv Pontianak ความเข้มข้น 0.3, 0.5 และ 0.7% เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำไปจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% เป็นเวลา 10 นาที แล้วบรรจุลงในกล่องพลาสติก จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน ผลการศึกษาพบว่าการเคลือบผิวด้วยน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มมีผลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอว์เบอร์รี โดยช่วยลดคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวต่าง ๆ เช่น สี ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณการสูญเสียน้ำหนัก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

แบ่งเป็นการทดลอง 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยอัลจิเนต และแคลเซียมชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี

แบ่งเป็น 3 การทดลองย่อย ดังนี้

การทดลอง 1.1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

วางแผนการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 9 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ (ซ้ำละ 6 ผล) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (Control)
กรรมวิธีที่ 2 ล้างด้วย Ozone 100 ppm
กรรมวิธีที่ 3 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25%
กรรมวิธีที่ 4 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.5%
กรรมวิธีที่ 5 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 1.0%
กรรมวิธีที่ 6 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย $CaCl_2$ 2%
กรรมวิธีที่ 7 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2%
กรรมวิธีที่ 8 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.5% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2%
กรรมวิธีที่ 9 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 1.0% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2%

การทดลอง 1.2 ศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียมซิเตรท (Ca citrate) ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

วางแผนการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 9 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ (ซ้ำละ 6 ผล) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (Control)
กรรมวิธีที่ 2 ล้างด้วย Ozone 100 ppm
กรรมวิธีที่ 3 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25%
กรรมวิธีที่ 4 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Ca citrate 0.5%
กรรมวิธีที่ 5 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Ca citrate 1.0%
กรรมวิธีที่ 6 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Ca citrate 1.0%
กรรมวิธีที่ 7 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ Ca citrate 0.5%
กรรมวิธีที่ 8 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ Ca citrate 1.0%
กรรมวิธีที่ 9 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ Ca citrate 2%

การทดลอง 1.3 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียมแลคเตท (Ca lactate) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

วางแผนการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 9 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ (ซ้ำละ 6 ผล) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (Control)
กรรมวิธีที่ 2 ล้างด้วย Ozone 100 ppm
กรรมวิธีที่ 3 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25%
กรรมวิธีที่ 4 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Ca lactate 0.5%
กรรมวิธีที่ 5 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Ca lactate 1.0%
กรรมวิธีที่ 6 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Ca lactate 1.0%
กรรมวิธีที่ 7 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ Ca lactate 0.5%
กรรมวิธีที่ 8 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ Ca lactate 1.0%
กรรมวิธีที่ 9 ล้างด้วย Ozone 100 ppm จากนั้นเคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ Ca lactate 2%

วิธีดำเนินการ

1 นำสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่ซื้อจากจากสวนเกษตรกรที่อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นขนส่งด้วยรถยนต์มาที่ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว คณะ

เกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา มาทำการคัดเลือกผลที่ไม่มีโรคและแมลง จากนั้นคัดขนาดของผลสตรอว์เบอร์รีพระราชทาน 80 ให้มีขนาดและสีที่ใกล้เคียงกัน จากนั้นทำความสะอาดด้วยน้ำ Ozone ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 30 วินาที แล้วผึ่งให้แห้ง ยกเว้นชุดการทดลองควบคุม

2 นำสตรอว์เบอร์รีที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ Ozone ความเข้มข้น 100 ppm มาเคลือบผิวด้วยสารละลายเดี่ยวอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ ตามกรรมวิธีที่วางแผนการทดลองไว้ เป็นเวลา 30 วินาที

3 ผึ่งสตรอว์เบอร์รีให้แห้ง แล้วนำมาบรรจุในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิด จากนั้นปิดกล่องให้มิดชิด แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นนำมาเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน

4 ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก (%) การเกิดโรค (%) และคะแนนคุณภาพโดยรวม (คะแนน) แต่ในการทดลองที่ 1.1 จะมีการเก็บผลการทดลองสีผิวของผล และวัดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%Brix) อายุการเก็บรักษา (วัน) โดยการทดลองที่ 1 จะทำการเก็บบันทึกผลการทดลองในวันที่ 5 10 15 และ 17 แต่ในการทดลองที่ 1.2 และ 1.3 จะทำการเก็บบันทึกผลการทดลองในวันที่ 2 4 6 8 10 12 14 และ 15

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการเคลือบหรือการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชย และส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รี

แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหยอบเชย และส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รี

วางแผนการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 6 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ (ซ้ำละ 6 ผล) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (Control)

กรรมวิธีที่ 2 เคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2%

กรรมวิธีที่ 3 เคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2% และน้ำมันหอมระเหย Cinnamon 0.1%
กรรมวิธีที่ 4 เคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2% และน้ำมันหอมระเหย Cinnamon 0.2%
กรรมวิธีที่ 5 เคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2% และน้ำมันหอมระเหย Mandarin 0.1%
กรรมวิธีที่ 6 เคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2% และน้ำมันหอมระเหย Mandarin 0.2%

การทดลองที่ 2.2 การศึกษาผลของเคลือบโดยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอรี

วางแผนการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 10 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ (ซ้ำละ 6 ผล) ดังนี้
กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (Control)
กรรมวิธีที่ 2 เคลือบด้วย Al 0.25% ร่วมกับ $CaCl_2$ 2%
กรรมวิธีที่ 3 รมด้วยน้ำมันหอมระเหย Cinnamon 0.1%
กรรมวิธีที่ 4 รมด้วยน้ำมันหอมระเหย Cinnamon 0.2%
กรรมวิธีที่ 5 รมด้วยน้ำมันหอมระเหย Mandarin 0.1%
กรรมวิธีที่ 6 รมด้วยน้ำมันหอมระเหย Mandarin 0.2%
กรรมวิธีที่ 7 เคลือบด้วย Al 0.25%+$CaCl_2$ 2% ร่วมกับรมน้ำมันหอมระเหย Cinnamon 0.1%
กรรมวิธีที่ 8 เคลือบด้วย Al 0.25%+$CaCl_2$ 2% ร่วมกับรมน้ำมันหอมระเหย Cinnamon 0.2%
กรรมวิธีที่ 9 เคลือบด้วย Al 0.25%+$CaCl_2$ 2% ร่วมกับรมน้ำมันหอมระเหย Mandarin 0.1%
กรรมวิธีที่ 10 เคลือบด้วย Al 0.25%+$CaCl_2$ 2% ร่วมกับรมน้ำมันหอมระเหย Mandarin 0.2%

วิธีการดำเนินงาน

1 นำผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บเกี่ยวในระยะผลเปลี่ยนสีเขียวเป็นสีแดงประมาณ 50% ทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเช้าจากสวนเกษตรกรที่อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นขนส่งด้วยรถยนต์มาที่ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จากนั้นทำการคัดเลือกผลผลสตรอว์เบอร์รีที่ไม่มีโรคและแมลง แล้วคัดขนาดผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ให้มีขนาดและสีใกล้เคียงกัน จากนั้นทำความสะอาดโดยล้างด้วยน้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นผึ่งให้แห้ง ยกเว้นชุดการทดลองควบคุม

2 นำสตรอว์เบอร์รีมาเคลือบผิวและรมตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ โดยทำการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นผึ่งให้แห้ง แล้วมาทำเคลือบด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เป็นระยะเวลา 30 วินาที สำหรับการทดลองที่ 2.1 การเคลือบผิวร่วมกันระหว่างโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหย โดยนำน้ำมันหอมระเหยมาผสมกับสารเคลือบผิวโซเดียมอัลจิเนต แล้วทำการเคลือบเป็นระยะเวลา 30 วินาที แล้วนำมาเคลือบด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เป็นระยะเวลา 30 วินาที สำหรับการทดลองที่ 2.2 นำสตรอว์เบอร์รีมาทำการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นผึ่งให้แห้ง จากนั้นทำเคลือบด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เป็นระยะเวลา 30 วินาที แล้วนำมารมด้วยน้ำมันหอมระเหยตามกรรมวิธีที่กำหนดเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง (บุษรินทร์ ท้วมแก้ว, 2563)

3 นำผลสตรอว์เบอร์รีพักไว้บนตะแกรงให้แห้ง แล้วนำมาบรรจุในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิด จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน

4 ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก (%) การเกิดโรค (%) และคะแนนคุณภาพโดยรวม (คะแนน) และวัดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%Brix) อายุการเก็บรักษา (วัน) ทำการเก็บบันทึกผลการทดลองในวันที่ 2 4 6 8 10 12 14 และ 15

การบันทึกข้อมูล

ทำการประเมินคุณภาพและอายุการเก็บรักษา ได้ดังนี้

1) การสูญเสียน้ำหนัก (%) โดยชั่งน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีทุก ๆ 5 วัน หรือ ทุก ๆ 2 วัน ในวันที่ทำการเก็บผลการทดลอง จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก จากสมการ

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อบเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

2) การเกิดโรค (%) โดยประเมินจากการเน่าเสียของผลสตรอว์เบอร์รีที่มีลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อราบริเวณพื้นผิวของผลสตรอว์เบอร์รีทำการประเมินทุก ๆ 5 วัน หรือ ทุก ๆ 2 วัน จากสมการ

$$\text{การเกิดโรค (\%)} = \frac{\text{ผลสตรอว์เบอร์รีที่เกิดโรค}}{\text{ผลสตรอว์เบอร์รีทั้งหมด}} \times 100$$

3) คะแนนประเมินคุณภาพโดยรวม โดยทำการให้คะแนน 5 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงยังมีสีเขียว ไม่เหี่ยว สด, 4 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงมีสีเขียว เหี่ยวเล็กน้อย, 3 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 2 คะแนน คือ ผลเริ่มแห้งและกลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 1 คะแนน คือ ผลแห้งและกลีบเลี้ยงมีสีเหลืองหรือเขียวอมน้ำตาล กำหนดให้เมื่อคะแนนการประเมินมีค่าเท่ากับหรือต่ำกว่า 3 คะแนน ถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับทางการค้า ทำการประเมินทุก ๆ 5 วัน หรือ ทุก ๆ 2 วัน

4) สีผิวผล โดยใช้เครื่อง Hunter Associates Laboratory รุ่น ColorQuest@ XE รายงานผลเป็นค่า L*, a* และ b* ในระบบ Comission International de l Eclair age (CIE) เป็นระบบที่วัดสีเป็นตัวเลข สามารถนำไปคำนวณการมองเห็นสีของวัตถุที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งค่า L*, a* และ b* เป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดย L* แสดงถึงค่าความสว่างมีค่าเป็น 0 – 100 ถ้าค่า L* มาก แสดงว่ามีความสว่างมาก ส่วนค่า a* แสดงถึง สีเขียวเมื่อค่าเป็นลบ และสีแดงเมื่อค่าเป็นบวก ขณะที่ b* แสดงถึง สีน้ำเงิน เมื่อค่าเป็นลบและสีเหลืองเมื่อค่าเป็นบวก

5) ความแน่นเนื้อ (Firmness) โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer Tester รุ่น TA–TX.plus โดยการวัดที่บริเวณตรงกลางผล จากนั้นแปรผลเป็นนิวตัน

6) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) วัดด้วยเครื่อง Digital refractometer (รุ่น PaL–1 ยี่ห้อ Atago, ประเทศญี่ปุ่น) โดยวัดจากน้ำคั้นที่ได้จากผลสตรอว์เบอร์รี

7) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA) โดยนำน้ำคั้นสตรอว์เบอร์รี 1 มิลลิลิตร มาเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร หลังจากนั้นทำการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติที่ค่าพีเอช (pH) เท่ากับ 8.2 โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด–ด่าง (FE20–1, Mettlertoledo, Switzerland) จากนั้นทำการคำนวณปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก (Danai, n.d.) จากสมการ

$$\%\text{TA (\%)} = \frac{\text{ความเข้มข้น NaOH มาตรฐาน (N)} \times \text{ปริมาณ NaOH (ml)} \times \text{meq.wt.citric acid}}{\text{ปริมาณน้ำคั้นของตัวอย่าง (ml)}} \times 100$$

8) ปริมาณวิตามินซี (Vitamin C) วิเคราะห์ตามวิธีการของ A.O.A.C. (A.O.A.C., 1990)

9) อายุการเก็บรักษา การประเมินอายุการเก็บรักษาพิจารณาจากผลสตรอว์เบอร์รีที่เกิดโรคน้อยกว่า 50% หรือคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 3 คะแนน เทียบกับจำนวนวันในการเก็บรักษา โดยผลสตรอว์เบอร์รีมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากกว่า 50% หรือมีคะแนนคุณภาพโดยรวมน้อยกว่า 3 คะแนน จะถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับทางการค้า

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variances: ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

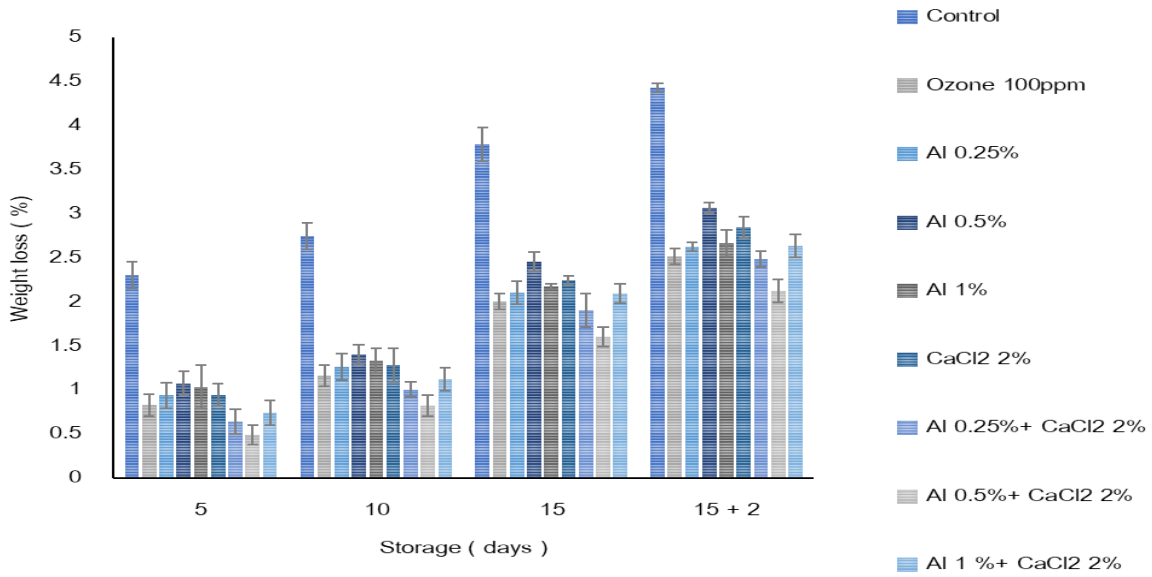
บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยอัลจิเนต และแคลเซียมชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอรี่

การทดลอง 1.1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอรี่พันธุ์พระราชทาน 80

การสูญเสียน้ำหนัก ผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยการเคลือบผิวช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รี่ได้ เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.61–3.79% และเมื่อทำการย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 2 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 2.13–4.43% โดยผลสตรอว์เบอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีแนวโน้มช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดขณะที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ และเมื่อย้ายมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 1.61% และ 2.13% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมที่ไม่มีการล้างด้วยน้ำโอโซนและไม่มีการเคลือบผิว ซึ่งมีสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดในขณะที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และย้ายมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 3.79 และ 4.43% ตามลำดับ (ภาพ 4 และตาราง 1)



ภาพ 4 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อการสูญเสียน้ำหนักของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5 ± 2 องศาเซลเซียส) จากนั้นนำมาเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส)เป็นเวลา 2 วัน

ตาราง 1 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน

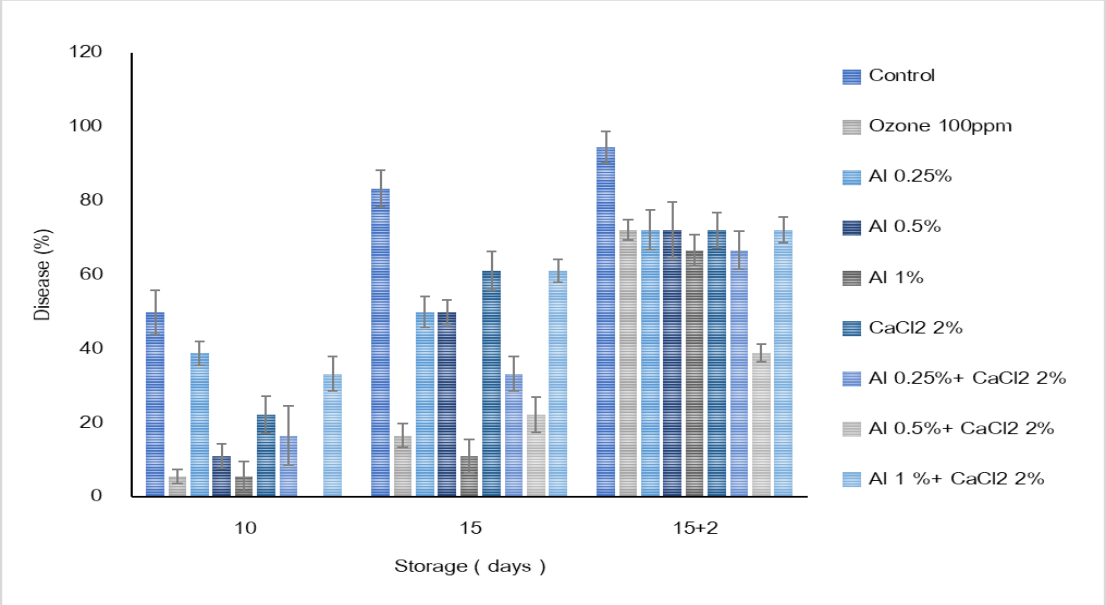
Treatment	Weight loss (%)			
	Storage (Day)			
	5	10	15	15 + 2
Control	2.31 a	2.75 a	3.79 a	4.43 a
Ozone 100ppm	0.83 cde	1.17 b	2.01 b	2.52 cd
Al 0.25%	0.94 bcd	1.27 b	2.11 b	2.63 bc
Al 0.5%	1.08 b	1.41 b	2.46 b	3.07 b
Al 1%	1.04 bc	1.34 b	2.18 b	2.67 bc
$CaCl_2$ 2%	0.95 bcd	1.29 b	2.25 b	2.85 bc
Al 0.25%+ $CaCl_2$ 2%	0.64 ef	1.01 b	1.91 b	2.49 cd
Al 0.5%+ $CaCl_2$ 2%	0.49 f	0.82 b	1.61 b	2.13 d
Al 1 %+ $CaCl_2$ 2%	0.74 def	1.13 b	2.10 b	2.64 bc
F-test	*	*	*	*
CV	52.55	34.46	23.10	7.13

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ,

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแต่กต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การเกิดโรค ผลสตรอว์เบอร์รีเริ่มมีการเกิดโรคและมีการเจริญของเชื้อราเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 10 วัน และเกิดโรคเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลานานขึ้น เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนความเข้มข้น 1% ช่วยชะลอการเกิดโรคได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การเคลือบผิวสตรอว์เบอร์รีด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% และ 1% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% และการล้างผลสตรอว์เบอร์รีด้วย Ozone 100 ppm โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ 11.11, 16.67 และ 22.22% ตามลำดับ แล้วเมื่อทำการย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีเกือบทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคระหว่าง 66.67-94.43% ยกเว้นผลสตรอว์เบอรีที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด คือ 38.90% ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ 94.43% (ภาพ 5 และตาราง 2)



ภาพ 5 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อการเกิดโรคของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5 ± 2 องศาเซลเซียส) จากนั้นนำมาเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส)เป็นเวลา 2 วัน

ตาราง 2 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน

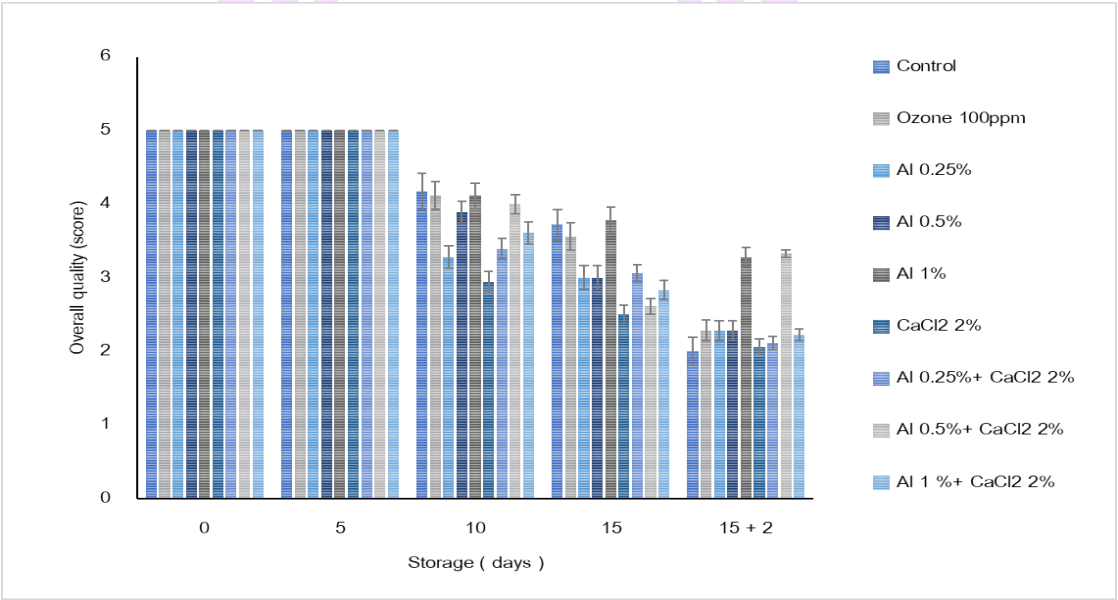
Treatment	Disease (%)			
	Storage (Day)			
	5	10	15	15+2
Control	0	49.97 a	83.33 a	94.43 a
Ozone 100ppm	0	5.57 cd	16.67 d	72.20 ab
Al 0.25%	0	38.87 ab	50.bc	72.23 ab
Al 0.5%	0	11.10 bcd	50 bc	72.20 ab
Al 1%	0	5.57 cd	11.11 d	66.67 ab
$CaCl_2$ 2%	0	0.00 d	61.11 ab	72.20 ab
Al 0.25%+ $CaCl_2$ 2%	0	16.67 bcd	33.33 bcd	66.67 ab
Al 0.5%+ $CaCl_2$ 2%	0	22.23 abcd	22.22 cd	38.90 b
Al 1 %+ $CaCl_2$ 2%	0	33.33 abc	61.11 ab	72.23ab
F-test	ns	*	*	*
CV	0	84.79	39.27	27.96

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ,

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแต่กต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คะแนนการประเมินคุณภาพโดยรวม ผลการประเมินจากสีของกลีบเลี้ยงและลักษณะความสดของผลสตรอว์เบอร์รี พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีคะแนนประเมินคุณภาพโดยรวมลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวอัลจิเนต การล้างในน้ำโอโซน และการเคลือบผิวร่วมกันระหว่างอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มช่วยชะลอการสูญเสียคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีได้ดีกว่าชุดควบคุมโดยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน แล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% และเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 1% มีคะแนนคุณภาพโดยรวมดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 3.61 และ 3.28 คะแนน ตามลำดับ (คะแนนการประเมินดังกล่าว แสดงว่ากลีบเลี้ยงยังมีสีเขียว และผลเหี่ยวเล็กน้อย) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมที่มีคะแนนประเมินคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 2.00 คะแนน (ซึ่งแสดงว่าผลสตรอว์เบอร์รีเริ่มแห้งและกลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา (ภาพ 6 และตาราง 3)



ภาพ 6 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วันจากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน

ตาราง 3 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน

Treatment	Overall quality (Score)			
	Storage (Day)			
	5	10	15	15 + 2
Control	5	4.00 a	2.83 bc	2.00 b
Ozone 100ppm	5	4.11 a	3.56 ab	2.28 b
Al 0.25%	5	3.28 c	3.00 abc	2.28 b
Al 0.5%	5	3.89 ab	3.00 abc	2.28 b
Al 1%	5	4.11 a	3.78 a	3.28 a
$CaCl_2$ 2%	5	2.94 c	2.50 c	2.06 b
Al 0.25%+ $CaCl_2$ 2%	5	3.39 bc	3.06 abc	2.11 b
Al 0.5%+ $CaCl_2$ 2%	5	4.17 a	3.72 a	3.61 a
Al 1 %+ $CaCl_2$ 2%	5	3.33 bc	2.61 c	2.22 b
F-test	ns	*	*	*
CV	8.88	34.46	23.10	7.13

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ,

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแต่กต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** การประเมินคะแนนคุณภาพโดยรวม 5 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงยังมีสีเขียว ไม่เหี่ยว สด, 4 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงมีสีเขียว เหี่ยวเล็กน้อย, 3 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 2 คะแนน คือ ผลเริ่มแห้งและกลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 1 คะแนน คือ ผลแห้งและกลีบเลี้ยงมีสีเหลืองหรือเขียวอมน้ำตาล **

สีผิวผล หลังจากย้ายผลสตรอว์เบอร์รีมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าค่า L* และ a* มีค่าลดลงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25, 0.5 และ 1.0% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีค่า L* สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และนอกจากนี้การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ในทุกกรรมวิธีทำให้สตรอว์เบอร์รีมีค่า a* มากกว่าสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุม โดยการล้างผลสตรอว์เบอร์รีด้วย Ozone 100 ppm และการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% มีค่า a* มากที่สุดเท่ากับ 18.24 และ 16.48 เมื่อทำการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 15 วัน และ 18.92 และ 20.34 เมื่อทำการย้ายมาเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีค่า a* เท่ากับ 13.72 และ 1.22 แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 15 วัน แล้วย้ายมาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน พบว่าการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 1.0% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีค่า L* สูงสุดที่ 42.29 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมที่มีค่า L* เท่ากับ 36.93 (ตาราง 4)

ตาราง 4 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่า L* และค่า a* ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน

Treatment	Day0		5°C15D		5°C15D +5°C 5D	
	L*	a*	L*	a*	L*	a*
Control	43.40bcd	20.81abc	39.66bc	13.72 b	36.93bc	13.22c
Ozone 100ppm	45.03bc	23.18ab	40.12bc	18.24 a	37.54bc	18.92ab
Al 0.25%	45.60b	22.46abc	40.59b	14.84 ab	35.59c	18.07ab
Al 0.5%	41.04d	19.07bc	37.87c	16.48 a	35.13c	20.34a
Al 1%	41.82cd	18.06c	39.12bc	14.56 ab	35.70c	17.46abc
$CaCl_2$ 2%	43.26bcd	22.11abc	40.53b	17.74 a	37.44bc	17.79ab
Al 0.25%+ $CaCl_2$ 2%	50.12a	18.45c	41.64b	16.52 a	39.19b	16.31abc
Al 0.5%+ $CaCl_2$ 2%	46.08b	21.26abc	41.70b	17.23 a	39.44b	16.36abc
Al 1 %+ $CaCl_2$ 2%	42.04cd	23.66a	44.44a	16.70 a	42.29a	14.45bc

* Different letters in the same column denote significant differences at $P \leq 0.05$.

ความแน่นเนื้อ ความแน่นเนื้อของสตรอว์เบอร์รีมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน และเมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีจะมีค่าความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 1.67–2.45 นิวตัน เมื่อเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ และ 1.57–2.06 นิวตัน เมื่อย้ายมาเก็บในอุณหภูมิห้อง ซึ่งการเคลือบผิวในทุกกรรมวิธีช่วยชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีได้ โดยที่ผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5 และ 1.0% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% เมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่ากรรมอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 2.06 และ 1.96 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมที่มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 1.67 และ 1.57 นิวตัน เมื่อทำการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ และอุณหภูมิห้องตามลำดับ (ตาราง 5)

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลานานขึ้น โดยในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน ผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในช่วง 0.79–1.22% แล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.72–1.00% ตามลำดับ โดยการเคลือบผิวด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% พบว่ามีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุดที่ 1.22% เมื่อทำการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ แต่เมื่อทำย้ายมาเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง พบว่าการเคลือบผิวสตรอว์เบอร์รีด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุดที่ 1.00% (ตาราง 5)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ผลสตรอว์เบอร์รีมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยมาก โดยผลสตรอว์เบอรีมีค่าปริมาณของแข็งที่ทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 8.80–11.10% เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน และ 9.56–11.43% เมื่อย้ายมาเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง เมื่อทำการย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 11.43% ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 9.83% รองลงมาคือ ผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 10.73 และ 11.10% เมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ และเมื่อทำการเคลือบด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% เพียงอย่างเดียว ผล

สตรอว์เบอร์รีมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 11.43% เมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (ตาราง 5)

ปริมาณวิตามินซี ผลสตรอว์เบอร์รีมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 53.47–54.85 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่า ผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ 55.02 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอว์เบอร์รีชุดการทดลองควบคุมที่มีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 53.51 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตาราง 5)

อายุการเก็บรักษา การประเมินอายุการเก็บรักษาพิจารณาจากผลสตรอว์เบอร์รีที่เกิดโรคน้อยกว่า 50% หรือคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 3 คะแนน เทียบกับจำนวนวันในการเก็บรักษา โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากกว่า 50% หรือมีคะแนนคุณภาพโดยรวมน้อยกว่า 3 คะแนน จะถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับทางการค้า พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีได้ 10–17 วันโดยผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 17 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเพียง 10 วัน (ตาราง 5)

ตาราง 5 ผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่า TA TSS วิตามินซี ความแน่นเนื้อ และอายุการเก็บรักษา ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน

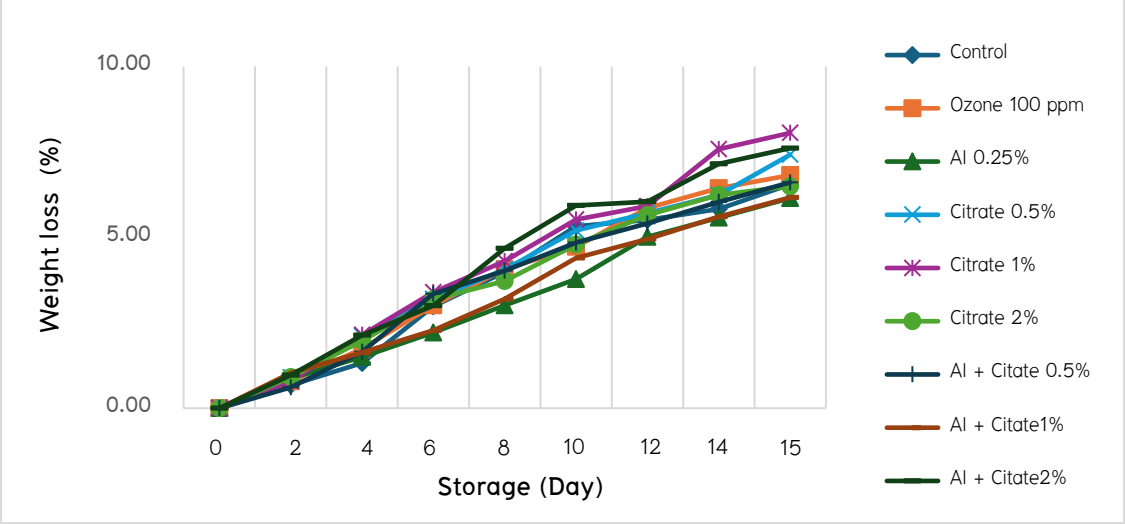
Treatment	TA (%)		TSS (%Brix)		Vitamin C (mg./100g fw.)		Firmness (Newton)		Shelf life (days)
	5°C 15D	5°C15D +25°C2D	5°C 15D	5°C15D +25°C2D	5°C 15D	5°C15D +25°C2D	5°C 15D	5°C15D +25°C2D	
Control	0.94 bc*	0.83 ab	9.53 bc	9.83 d	54.85 a	53.51 de	1.67 c	1.57 d	10 c
Ozone 100ppm	0.96 bc	0.74 b	9.27 cd	10.83 b	53.96 a	53.98 bcd	2.16 b	1.77 bc	15 b
Al 0.25%	0.79 c	0.89 ab	9.80 b	10.40 c	53.73 a	53.91 cde	2.16 b	1.67 cd	15 b
Al 0.5%	0.96 bc	1.00 a	9.23 cd	11.43 a	53.96 a	53.89 cde	2.16 b	1.77 bc	15 b
Al 1%	1.00 b	0.74 b	9.00 de	10.63 bc	53.49 a	54.35 bc	2.16 b	1.86 bc	15 b
$CaCl_2$ 2%	1.22 a	0.78 b	9.73 b	10.67 b	54.38 a	55.02 a	2.06 b	1.77 c	10 c
Al 0.25%+ $CaCl_2$ 2%	0.87 bc	0.72 b	10.73 a	10.73 b	54.69 a	53.68 de	2.06 b	1.57 c	15 b
Al 0.5%+ $CaCl_2$ 2%	0.81 c	0.78 b	11.10 a	10.80 b	54.53 a	54.49 ab	2.45 a	2.06 a	17 a
Al 1 %+ $CaCl_2$ 2%	0.85 bc	0.72 b	8.80 e	9.56 e	53.47 a	53.40 e	2.45 a	1.96 ab	15 b

Note: Quality at day 0 , TA=0.90%, TSS =10.5%, Vitamin c =53.87 mg/100g Fw.), Firmness =2.45 Newton.

* Different letters in the same column denote significant differences at $P \leq 0.05$.

การทดลอง 1.2 ศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียมซิเตรท (Ca citrate) ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

การสูญเสียน้ำหนัก ผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วันในอุณหภูมิต่ำ พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีในทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ มีการสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 6.16-8.05% แต่การเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น 1% และการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% มีแนวโน้มช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด โดยมีการสูญเสียน้ำหนัก 6.16 และ 6.43% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองควบคุมที่มีการสูญเสียน้ำหนัก 6.55 % (ภาพ 7 และตาราง 6)



ภาพ 7 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 6 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Weight loss (%)							
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12	Day 14	Day 15
Control	0.67 ± 0.11ab	1.32 ± 0.13	2.98 ± 0.12	3.98 ± 0.26abc	5.32 ± 0.14ab	5.51 ± 0.13	5.83 ± 0.05bc	6.55 ± 0.17ab
Ozone 100 ppm	0.79 ± 0.11ab	1.75 ± 1.00	3.01 ± 0.11	4.06 ± 0.17abc	4.71 ± 0.41abc	5.86 ± 0.19	6.29 ± 0.22abc	6.70 ± 0.17ab
AI 0.25%	0.87 ± 0.29ab	1.50 ± 0.12	2.21 ± 0	3.01 ± 0.60c	3.78 ± 0.09c	5.01 ± 0.88	5.57 ± 0.76c	6.43 ± 0.84ab
Citrate 0.5%	0.90 ± 0.09ab	2.11 ± 0.58	3.19 ± 0.80	4.06 ± 0.35abc	5.20 ± 0.79ab	5.71 ± 0.82	6.24 ± 0.93abc	7.42 ± 1.56ab
Citrate 1%	0.79 ± 0.12ab	2.15 ± 0.36	3.39 ± 0.49	4.30 ± 0.46ab	5.51 ± 0.52ab	5.91 ± 0.44	7.30 ± 0.39ab	8.05 ± 0.44a
Citrate 2%	0.90 ± 0.31ab	1.97 ± 0.69	3.19 ± 1.03	3.72 ± 1.02abc	4.79 ± 1.06abc	5.65 ± 1.48	7.41 ± 1.55a	6.50 ± 1.51ab
AI + Citate 0.5%	0.61 ± 0.29b	1.65 ± 0.34	3.34 ± 0.77	4.02 ± 0.40abc	4.84 ± 0.33abc	5.40 ± 0.17	6.03 ± 0.28abc	6.61 ± 0.33ab
AI + Citate 1%	1.03 ± 0.16a	1.63 ± 0.10	2.28 ± 0.02	3.19 ± 0.02bc	4.40 ± 0.03bc	4.95 ± 0.03	5.60 ± 0.09c	6.16 ± 0.05b
AI + Citate 2%	0.96 ± 0.24ab	2.14 ± 0.39	3.00 ± 0.06	4.67 ± 0.15a	5.93 ± 0.12a	6.04 ± 0.20	7.15 ± 0.22ab	7.61 ± 0.01ab
F-test	*	ns	ns	*	*	ns	*	*
CV	25.24	27.79	20.87	16.51	15.05	12.13	12.23	13.04

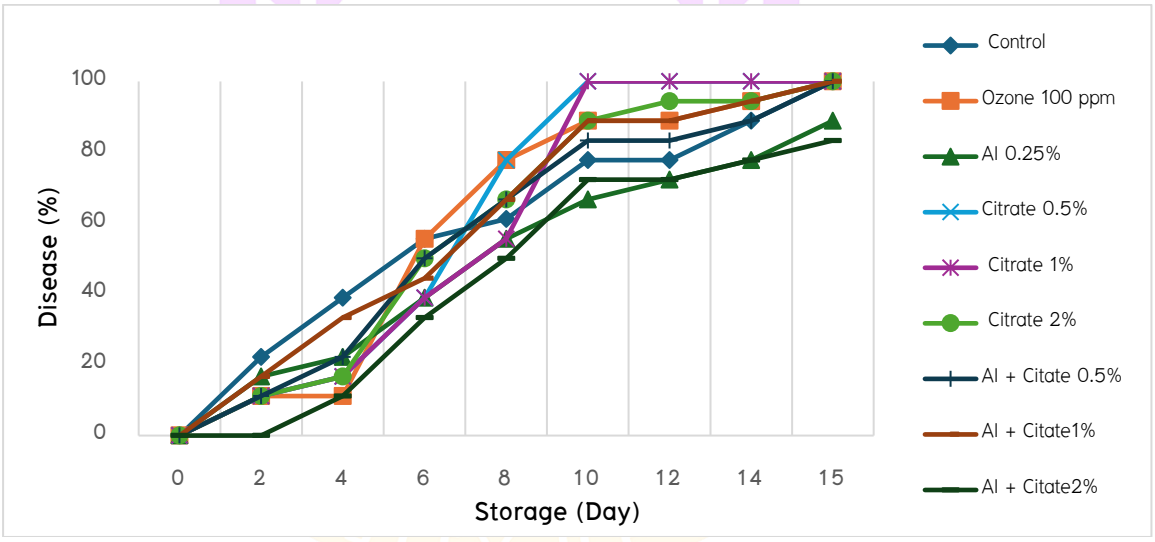
หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

การเกิดโรค ผลสตรอว์เบอร์รีจะเริ่มเกิดโรคในวันที่ 2-4 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และเกิดโรคเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีการเกิดโรค 50.00-77.77% โดยที่การเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น 2% การเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% และการเคลือบด้วยแคลเซียมซิเตรท 1% มีการเกิดโรคน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 50.00, 55.55 และ 55.55% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 61.11% ในขณะที่การล้างด้วยน้ำ Ozone 100 ppm และการเคลือบด้วยแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากที่สุดที่ 77.77% และเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีการเกิดโรค 100% ยกเว้นกรรมวิธีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น 1% และการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% มีแนวโน้มช่วยชะลอการเกิดโรคได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ 83.33 และ 88.89% ตามลำดับ (ภาพ 8 และตาราง 7)



ภาพ 8 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 7 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Disease (%)							
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12	Day 14	Day 15
Control	22.22 ± 9.62a	38.89 ± 25.46	55.56 ± 25.46	61.11 ± 19.25	77.78 ± 19.25	77.78 ± 19.25	88.89 ± 9.62	100 ± 0a
Ozone 100 ppm	11.11 ± 0ab	11.11 ± 9.62	55.56 ± 9.62	77.77 ± 9.62	88.89 ± 19.25	88.89 ± 19.25	94.44 ± 9.62	100 ± 0a
AI 0.25%	16.67 ± 0ab	22.22 ± 9.62	38.89 ± 8.33	55.55 ± 8.33	66.67 ± 28.87	88.89 ± 25.46	77.78 ± 19.25	88.89 ± 9.62ab
Citrate 0.5%	11.11 ± 9.62ab	16.67 ± 16.67	38.89 ± 9.62	77.77 ± 9.62	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0a
Citrate 1%	11.11 ± 9.62ab	16.67 ± 0	38.89 ± 9.62	55.55 ± 9.62	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0a
Citrate 2%	11.11 ± 0ab	16.67 ± 16.67	50.00 ± 16.67	66.66 ± 16.67	88.89 ± 19.25	94.44 ± 9.62	94.44 ± 9.62	100 ± 0a
AI + Citate 0.5%	11.11 ± 0ab	22.22 ± 9.62	50.00 ± 9.62	66.66 ± 16.67	83.33 ± 0	83.33 ± 0	88.89 ± 9.62	100 ± 0a
AI + Citate 1%	11.11 ± 0ab	33.33 ± 0	44.44 ± 0	66.67 ± 9.62	88.89 ± 9.62	88.89 ± 9.62	94.44 ± 9.62	100 ± 0a
AI + Citate 2%	0 ± 0	11.11 ± 9.62	33.33 ± 9.62	50.00 ± 16.67	72.22 ± 25.46	72.22 ± 25.46	77.78 ± 19.25	83.33 ± 16.67b
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	76.05	75.87	34.86	27.77	21.66	24.93	13.91	8.22

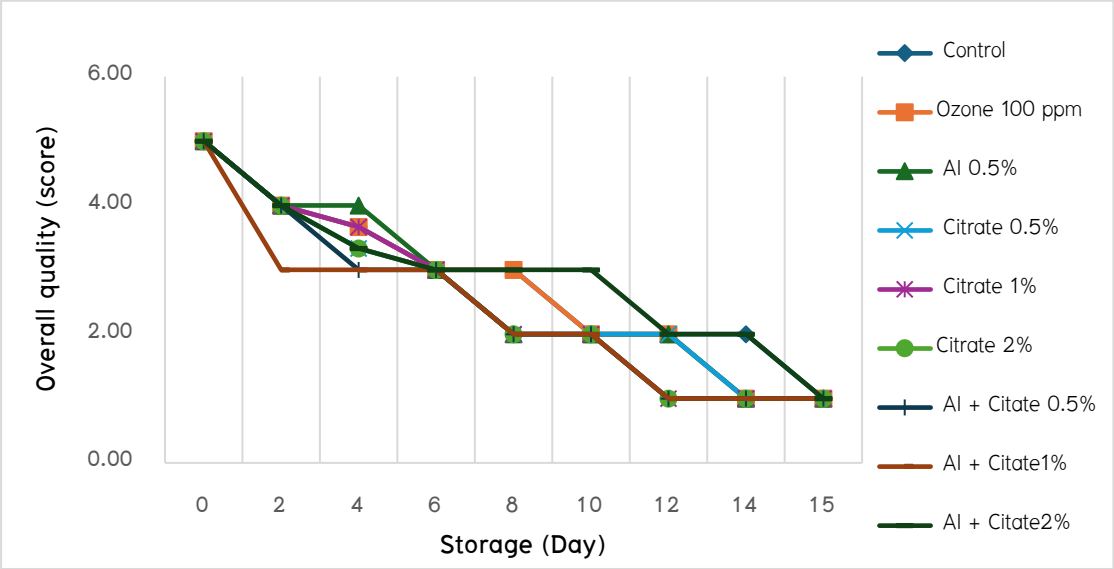
หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

คุณภาพโดยรวม เมื่อทำการประเมินคะแนนคุณภาพโดยรวม พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีคุณภาพโดยรวมในวันแรกเท่ากับ 5 คะแนนในทุกกรรมวิธี แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีก็มีค่าลดลงด้วยเช่นกัน โดยในวันที่ 10 ของการเก็บรักษามีคะแนนคุณภาพรวมลดลงอยู่ระหว่าง 2-3 คะแนน โดยทุกกรรมวิธีมีคะแนนคุณภาพโดยรวมลดลงเท่ากัน คือ 2 คะแนน (ผลเริ่มแห้ง กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา) ยกเว้นผลสตรอว์เบอร์รีที่ทำการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น 2% มีคะแนนคุณภาพโดยรวมมากที่สุดที่ 3 คะแนน (กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา) ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม (ภาพ 9 และตาราง 8)



ภาพ 9 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 8 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Overall quality (score)							
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12	Day 14	Day 15
Control	4 ± 0a	3.66 ± 0.57ab	3 ± 0a	3 ± 0a	2 ± 0b	2 ± 0a	2 ± 0a	1 ± 0
Ozone 100 ppm	4 ± 0a	3.66 ± 0.57ab	3 ± 0a	3 ± 0a	2 ± 0b	2 ± 0a	1 ± 0b	1 ± 0
Al 0.25%	4 ± 0a	4 ± 0a	3 ± 0a	2 ± 0b	2 ± 0b	2 ± 0a	1 ± 0b	1 ± 0
Citrate 0.5%	4 ± 0a	3.33 ± 0.57ab	3 ± 0a	2 ± 0b	2 ± 0b	2 ± 0a	1 ± 0b	1 ± 0
Citrate 1%	4 ± 0a	3.66 ± 0.57ab	3 ± 0a	2 ± 0b	2 ± 0b	1 ± 0b	1 ± 0b	1 ± 0
Citrate 2%	4 ± 0a	3.33 ± 0.57ab	3 ± 0a	2 ± 0b	2 ± 0b	1 ± 0b	1 ± 0b	1 ± 0
Al + Citate 0.5%	4 ± 0a	3 ± 0b	3 ± 0a	2 ± 0b	2 ± 0b	1 ± 0b	1 ± 0b	1 ± 0
Al + Citate 1%	3 ± 0b	3 ± 0b	3 ± 0a	2 ± 0b	2 ± 0b	1 ± 0b	1 ± 0b	1 ± 0
Al + Citate 2%	4 ± 0a	3.33 ± 0.57ab	3 ± 0a	3 ± 0a	3 ± 0a	3 ± 0a	2 ± 0a	1 ± 0
F-test	*	*	ns	*	*	*	*	ns
CV (%)	7.65	13.29	0	20.19	12.94	28.36	35.34	0

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

** การประเมินคะแนนคุณภาพโดยรวม 5 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงยังมีสีเขียว ไม่เหี่ยว สด, 4 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงมีสีเขียว เหี่ยวเล็กน้อย, 3 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 2 คะแนน คือ ผลเริ่มแห้งและกลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 1 คะแนน คือ ผลแห้งและกลีบเลี้ยงมีสีเหลืองหรือเขียวอมน้ำตาล **

ความแน่นเนื้อ ในวันแรกของการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 4.27 นิวตันในทุกกรรมวิธี และเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 10 และ 15 วัน พบว่า ผลสตรอว์เบอร์รีมีความแน่นเนื้อลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.01–2.98 และ 0.65–2.03 นิวตัน ตามลำดับ โดยการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับการเคลือบด้วยแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น 1 และ 2% ช่วยชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีค่าความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 2.98 และ 2.62 นิวตัน เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน และ 2.02 นิวตัน เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความแน่นเนื้อ เท่ากับ 1.42 นิวตัน เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน และ 1.06 นิวตัน เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน (ตาราง 9)

ตาราง 9 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Firmness (N)		
	Day 5	Day 10	Day 15
Control	1.77 ± 0.34c	1.42 ± 0.23bc	1.16 ± 0.21abc
Ozone 100 ppm	1.75 ± 0.39c	1.14 ± 0.43c	1.12 ± 0.26abc
Al 0.25%	3.28 ± 0.80a	2.65 ± 0.69a	1.75 ± 0.37ab
Citrate 0.5%	1.88 ± 0.97bc	1.12 ± 0.30c	0.65 ± 0.21c
Citrate 1%	1.74 ± 0.47c	1.01 ± 0.60c	0.83 ± 0.38bc
Citrate 2%	3.18 ± 0.41ab	2.13 ± 0.56abc	1.85 ± 0.68ab
Al+ Citrate 0.5%	2.77 ± 0.36abc	2.26 ± 0.70abc	2.03 ± 0.79a
Al + Citate 1%	3.51 ± 0.80a	2.98 ± 0.39a	2.02 ± 0.38a
Al + Citate 2%	3.50 ± 0.53a	2.62 ± 0.22a	1.62 ± 0.27abc
F-test	*	*	*
CV (%)	28.99	36.99	38.86

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
ค่าความแน่นเนื้อในวันแรกเท่ากับ 4.27 นิวตัน

ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ ในวันแรกของการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ เท่ากับ 0.98% เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.70–1.26% โดยการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับการเคลือบด้วยแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น 2% สามารถช่วยชะลอการสูญเสียปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ โดยมีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้สูงสุดที่ 1.26% ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ 1.02% (ตาราง 10)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ในวันแรกของการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 10.37%Brix เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 7.16–9.87%Brix โดยที่การล้างด้วยน้ำ Ozone และการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% เพียงอย่างเดียว และการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น 2% มีแนวโน้มสามารถช่วยชะลอการสูญเสียปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากกว่ากรรมวิธีอื่น (9.87, 9.50 และ 8.90%Brix ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 8.17%Brix (ตาราง 10)

ตาราง 10 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่อปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	TA (%)			TSS (%Brix)		
	Day 5	Day 10	Day 15	Day 5	Day 10	Day 15
Control	0.89 ± 0.10	1.17 ± 0.04abc	1.02 ± 0.06abcd	8.37 ± 0.06bcd	9.06 ± 0.06abc	8.17 ± 0.06ab
Ozone 100 ppm	0.81 ± 0	0.91 ± 0.07cd	1.15 ± 0.06abc	9.77 ± 0.12abc	9.77 ± 0.12abc	9.87 ± 0.06a
Al 0.25%	0.98 ± 0.07	1.22 ± 0.13ab	1.30 ± 0.10a	7.07 ± 0.15d	7.07 ± 0.15d	9.50 ± 0ab
Citrate 0.5%	1.02 ± 0	1.09 ± 0.06abcd	0.87 ± 0.10bcd	10.57 ± 0.15a	10.56 ± 0a	8.23 ± 0.06bcd
Citrate 1%	1.17 ± 0.10	1.24 ± 0.07a	0.81 ± 0.04cd	10.13 ± 0.15ab	10.13 ± 0.15ab	7.16 ± 0.15d
Citrate 2%	1.02 ± 0.10	1.15 ± 0.06abcd	0.98 ± 0.07abcd	9.13 ± 0.06abc	9.13 ± 0.10abc	8.80 ± 0.10abc
Al + Citate 0.5%	0.87 ± 0.11	0.89 ± 0.06d	1.02 ± 0.06abcd	7.87 ± 0.06cd	7.86 ± 0.15cd	8.80 ± 0.15abc
Al + Citate1%	0.89 ± 0.06	0.96 ± 0.00bcd	0.70 ± 0.06d	9.10 ± 0.17abc	9.10 ± 0.15abc	8.43 ± 0.10bc
Al + Citate2%	1.15 ± 0.04	1.17 ± 0.07abc	1.26 ± 0.13ab	9.07 ± 0.06d	9.06 ± 0.23abc	8.90 ± 0.06cd
F-test	ns	*	*	*	**	*
CV (%)	14.05	12.99	20.12	12.07	7.98	5.23

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

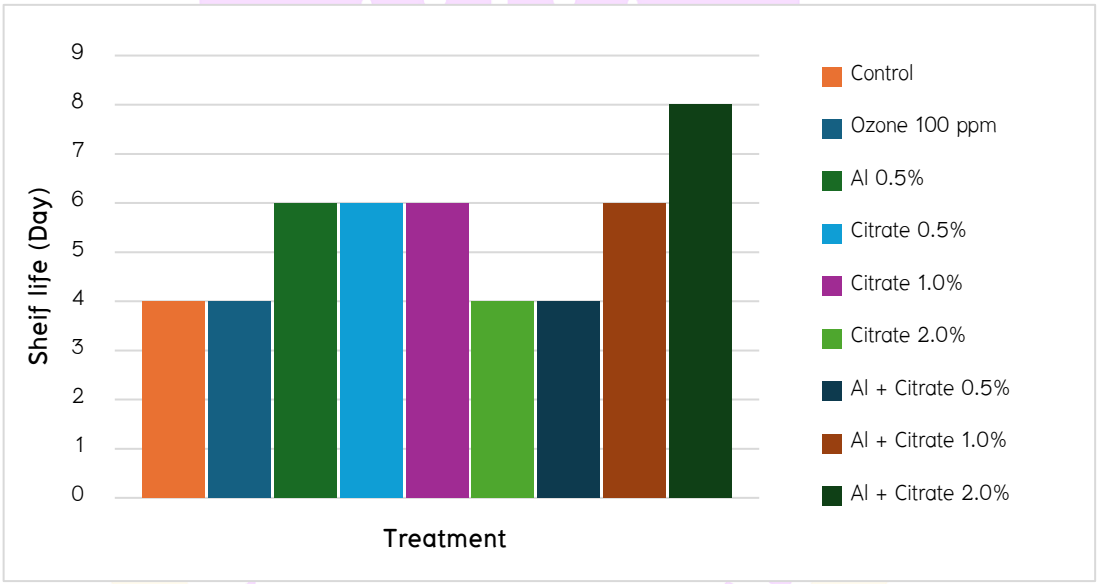
* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ค่า TA และ TSS ในวันแรกเท่ากับ 0.98% และ 10.37%Brix

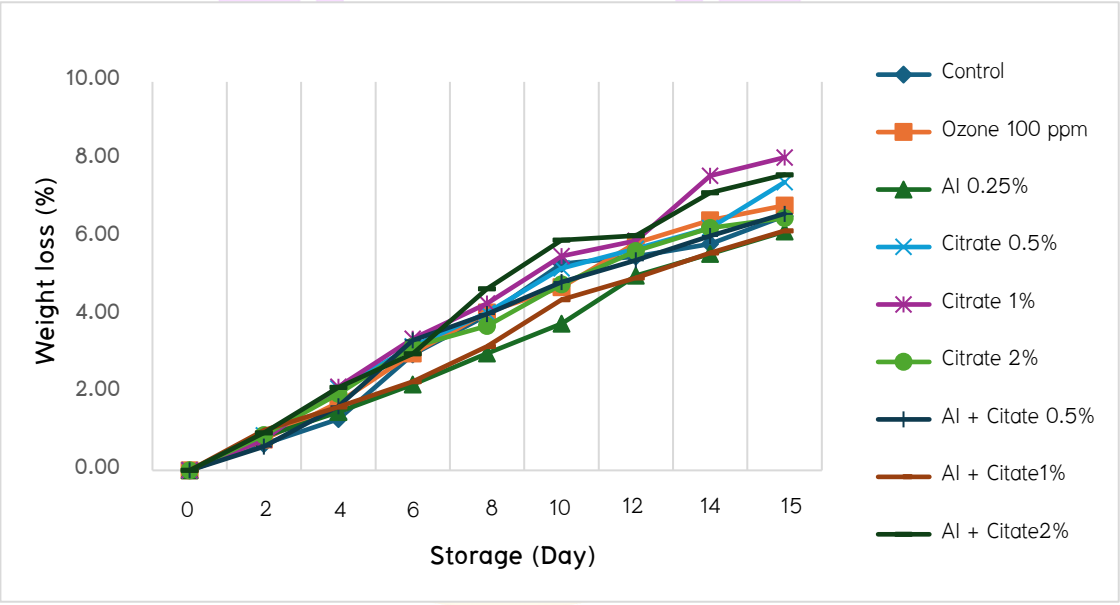
อายุการเก็บรักษา การประเมินอายุการเก็บรักษาพิจารณาจากผลสตรอว์เบอร์รีที่เกิดโรคน้อยกว่า 50% หรือคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 3 คะแนน เทียบกับจำนวนวันในการเก็บรักษา โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากกว่า 50% หรือมีคะแนนคุณภาพโดยรวมน้อยกว่า 3 คะแนน จะถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับทางการค้า พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีได้ 4–8 วัน โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น 2% มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 8 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเพียง 4 วัน (ภาพ 10)



ภาพ 10 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมซิเตรทต่ออายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

การทดลอง 1.3 ศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต (Al) และแคลเซียมแลคเตท (Ca lactate) ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

การสูญเสียน้ำหนัก ผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 5.83–7.20% ซึ่งการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5% มีแนวโน้มช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดที่ 5.83% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองควบคุมที่มีการสูญเสียน้ำหนัก 6.17% แต่เมื่อทำการเคลือบผลสตรอว์เบอร์รีด้วยแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% เพียงอย่างเดียว พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (7.98%) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ (ภาพ 11 และตาราง 11)



ภาพ 11 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 11 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Weight loss (%)							
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12	Day 14	Day 15
T1 Control	0.68 ± 0.11c	1.32 ± 0.13b	2.73 ± 0.33	3.82 ± 0.38	5.06 ± 0.35	5.36 ± 0.30ab	5.72 ± 0.19b	6.17 ± 0.49ab
T2 Ozone 100 ppm	1.05 ± 0.27a	2.18 ± 0.43ab	3.40 ± 0.68	4.17 ± 0.25	5.21 ± 0.94	6.13 ± 0.51ab	6.68 ± 0.47ab	7.10 ± 0.51ab
T3 Al 0.25%	0.87 ± 0.29b	1.50 ± 0.12ab	3.63 ± 1.52	3.97 ± 1.76	4.82 ± 1.81	5.80 ± 1.63ab	6.34 ± 1.53ab	6.84 ± 1.46ab
T4 Lactate 0.5%	1.11 ± 0.38a	2.11 ± 0.26ab	2.77 ± 0.13	3.80 ± 0.31	4.74 ± 0.34	6.02 ± 0.45ab	6.67 ± 0.52ab	7.64 ± 1.11ab
T5 Lactate 1%	1.10 ± 0.32a	2.00 ± 0.28ab	2.90 ± 0.64	3.88 ± 0.53	5.03 ± 0.40	5.87 ± 0.39ab	6.56 ± 0.37ab	6.95 ± 0.36ab
T6 Lactate 2%	0.84 ± 0.30b	2.57 ± 1.20a	3.63 ± 1.29	4.72 ± 1.32	5.84 ± 1.32	6.77 ± 0.81a	7.44 ± 1.11a	7.98 ± 1.18a
T7 Al +Lactate 0.5%	0.84 ± 0.20b	1.27 ± 0.32b	2.32 ± 0.33	3.34 ± 0.07	4.24 ± 0.12	4.77 ± 0.17b	5.24 ± 0.21b	5.83 ± 0.25b
T8 Al + Lactate 1%	0.81 ± 0.24b	1.98 ± 0.02ab	2.85 ± 0.02	4.45 ± 0.04	5.60 ± 0.19	6.09 ± 0.24ab	6.62 ± 0.13ab	7.20 ± 0.03ab
T9 Al + Lactate 2%	0.81 ± 0.29b	2.24 ± 0.63ab	3.18 ± 0.47	4.01 ± 0.43	4.91 ± 0.77	5.60 ± 0.88ab	6.56 ± 0.61ab	7.10 ± 0.76ab
F-test	*	*	ns	ns	ns	*	*	*
CV (%)	35.81	31.28	25.13	19.28	17.36	14.25	13.39	13.51

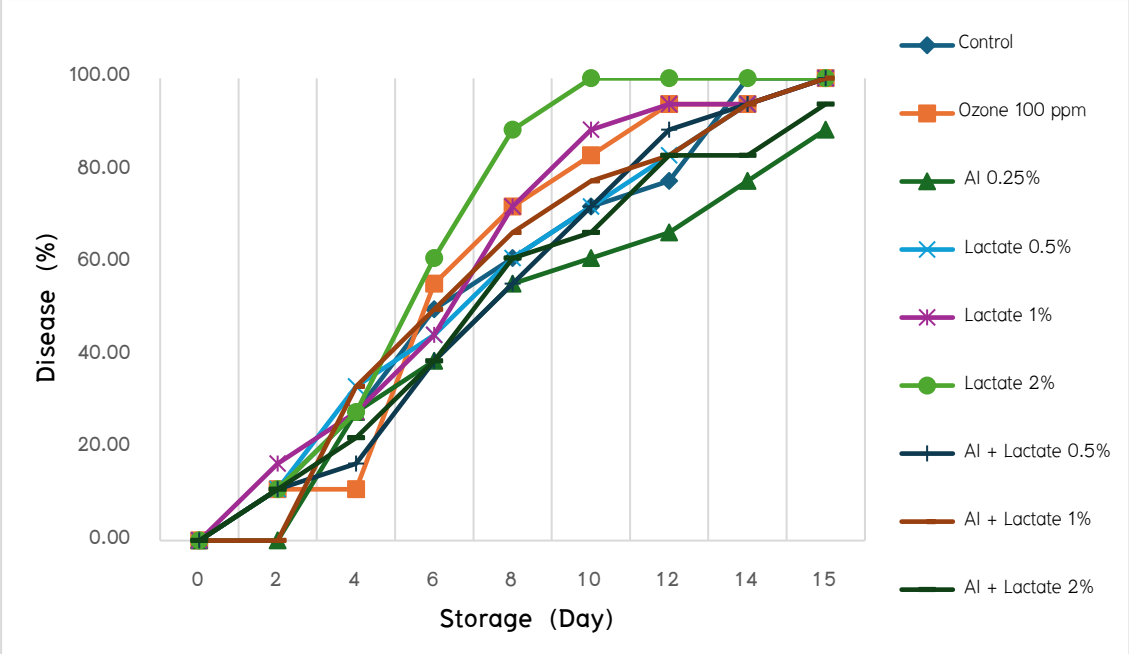
หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

การเกิดโรค ผลสตอร์เบอว์รีจะเริ่มมีการเกิดโรคในวันที่ 2-4 ของการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ และมีเปอร์เซ็นต์เกิดโรคเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 61.11-100% โดยที่การเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% เพียงอย่างเดียว และการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีการเกิดโรค 61.11 และ 66.67% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมที่มีการเกิดโรค 72.22% แต่การล้างด้วยน้ำ Ozone และการเคลือบด้วยแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 1 และ 2% ช่วยเร่งการเจริญของโรค โดยมีการเกิดโรคมากที่สุดที่ 83.33-100% และเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 100% ยกเว้นกรรมวิธีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% เพียงอย่างเดียว และการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 1% มีแนวโน้มช่วยชะลอการการเกิดโรคได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 88.89 และ 94.44% ตามลำดับ (ภาพ 12 และตาราง 12)



ภาพ 12 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 12 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Disease (%)							
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12	Day 14	Day 15
Control	11.11 ± 9.62ab	27.78 ± 9.62a	50.00 ± 16.67a	61.11 ± 19.25	72.22 ± 9.62	77.78 ± 9.62	100 ± 0	100 ± 0a
Ozone 100 ppm	11.11 ± 9.62ab	11.11 ± 9.62b	55.56 ± 9.62a	72.22 ± 19.25	83.33 ± 16.67	94.44 ± 9.62	94.44 ± 9.62	100 ± 0a
Al 0.25%	0 ± 0b	27.78 ± 19.25a	38.89 ± 25.46c	55.56 ± 25.46	61.11 ± 19.25	66.67 ± 16.67	77.78 ± 19.25	88.89 ± 9.62b
Lactase 0.5%	11.11 ± 9.62ab	33.33 ± 0a	44.44 ± 9.62b	61.11 ± 19.25	72.22 ± 25.46	83.33 ± 16.67	94.44 ± 9.62	100 ± 0a
Lactase 1%	16.67 ± 0a	27.78 ± 9.62a	44.44 ± 9.62b	72.22 ± 9.62	88.89 ± 19.25	94.44 ± 9.62	94.44 ± 9.62	100 ± 0a
Lactase 2%	11.11 ± 9.62ab	27.78 ± 25.46a	61.11 ± 9.62aa	88.89 ± 9.62	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0a
Al + Lactase 0.5%	11.11 ± 9.62ab	16.67 ± 16.67a	38.89 ± 9.62c	55.56 ± 19.25	72.22 ± 19.25	88.89 ± 19.25	94.44 ± 9.62	100 ± 0a
Al + Lactase 1%	0 ± 0b	33.33 ± 0a	50.00 ± 16.67a	66.67 ± 16.67	77.78 ± 25.46	83.33 ± 16.67	94.44 ± 9.62	100 ± 0a
Al + Lactase 2%	5.55 ± 0ab	22.22 ± 19.25a	38.89 ± 25.46c	61.11 ± 19.25	66.67 ± 28.87	83.33 ± 16.67	83.33 ± 16.67	94.44 ± 9.62ab
F-test	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	98.64	56.93	33.11	28.07	26.72	26.57	12.74	5.54

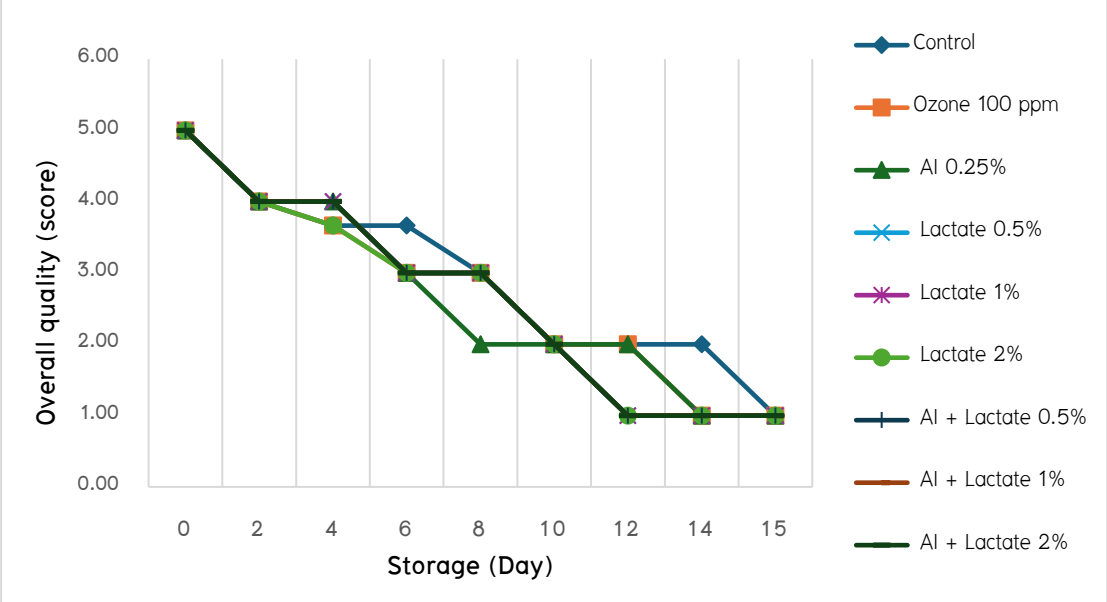
หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

คุณภาพโดยรวม ผลสตรอว์เบอร์รีมีคะแนนคุณภาพโดยรวมลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีในทุกกรรมวิธีมีคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 3 คะแนน ยกเว้นการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% เพียงอย่างเดียว ผลสตรอว์เบอร์รีมีคะแนนคุณภาพโดยรวมน้อยที่สุดที่ 2 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติเทื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ แต่เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีคะแนนคุณภาพโดยรวมลดลงเท่ากับ 2 คะแนน (ผลเริ่มแห้ง กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา) เท่ากันทุกกรรมวิธี ซึ่งไม่สามารถรักษาคุณภาพรวมของผลสตรอว์เบอร์รีได้ โดยทุกกรรมวิธีมีคะแนนคุณภาพโดยรวมลดลง คือ มีคะแนนเท่ากับ 2 คะแนน เท่ากัน (ผลเริ่มแห้ง กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา) (ภาพ 13 และตาราง 13)



ภาพ 13 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 13 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Overall quality (score)								
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12	Day 14	Day 15
Control	5 ± 0	4 ± 0	3.67 ± 0.57	3.67 ± 0.57a	3 ± 0a	2 ± 0	2 ± 0a	2 ± 0a	1 ± 0
Ozone 100 ppm	5 ± 0	4 ± 0	3.67 ± 0.57	3 ± 0b	3 ± 0a	2 ± 0	2 ± 0a	1 ± 0b	1 ± 0
AI 0.25%	5 ± 0	4 ± 0	4 ± 0	3 ± 0b	2 ± 0b	2 ± 0	2 ± 0a	1 ± 0b	1 ± 0
Lactase 0.5%	5 ± 0	4 ± 0	4 ± 0	3 ± 0b	3 ± 0a	2 ± 0	1 ± 0ab	1 ± 0b	1 ± 0
Lactase 1%	5 ± 0	4 ± 0	4 ± 0	3 ± 0b	3 ± 0a	2 ± 0	1 ± 0ab	1 ± 0b	1 ± 0
Lactase 2%	5 ± 0	4 ± 0	3.67 ± 0.57	3 ± 0b	3 ± 0a	2 ± 0	1 ± 0ab	1 ± 0b	1 ± 0
AI + Lactase 0.5%	5 ± 0	4 ± 0	4 ± 0	3 ± 0b	3 ± 0a	2 ± 0	1 ± 0ab	1 ± 0b	1 ± 0
AI + Lactase 1%	5 ± 0	4 ± 0	4 ± 0	3 ± 0b	3 ± 0a	2 ± 0	1 ± 0ab	1 ± 0b	1 ± 0
AI + Lactase 2%	5 ± 0	4 ± 0	4 ± 0	3 ± 0b	3 ± 0a	2 ± 0	1 ± 0ab	1 ± 0b	1 ± 0
F-test	ns	ns	ns	*	*	ns	*	*	ns
CV (%)	0	0	8.07	7.95	10.87	12.11	44.24	24.59	0

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

** การประเมินคะแนนคุณภาพโดยรวม 5 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงยังมีสีเขียว ไม่เหี่ยว สด, 4 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงมีสีเขียว เหี่ยวเล็กน้อย, 3 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 2 คะแนน คือ ผลเริ่มแห้งและกลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 1 คะแนน คือ ผลแห้งและกลีบเลี้ยงมีสีเหลืองหรือเขียวอมน้ำตาล **

ความแน่นเนื้อ ในวันแรกของการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 3.60 นิวตัน เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีความแน่นเนื้อลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.64–1.32 นิวตัน โดยที่การเคลือบผิวด้วยแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2% มีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าความแน่นเนื้ออยู่ที่ 0.91, 0.87 และ 0.64 นิวตัน ตามลำดับ ในขณะที่การเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตเพียงอย่างเดียว และเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมแลคเตทช่วยชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ และการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5, 2 และ 1% โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% เพียงอย่างเดียว มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีค่าความแน่นเนื้อที่ 1.32, 1.28, 1.25 และ 1.25 นิวตัน ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความแน่นเนื้อ 1.11 นิวตัน (ตาราง 14)

ตาราง 14 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Firmness (Newton)		
	Day 5	Day 10	Day 15
Control	2.55 ± 0.29	2.09 ± 0.04ab	1.11 ± 0.34ab
Ozone 100 ppm	2.46 ± 0.50	1.58 ± 0.34ab	0.90 ± 0.56ab
AI 0.25%	2.38 ± 0.57	1.76 ± 0.37ab	1.25 ± 0.23ab
Lactase 0.5%	2.15 ± 0.41	1.96 ± 0.49ab	0.91 ± 0.35ab
Lactase 1%	1.84 ± 0.16	1.44 ± 0.28b	0.87 ± 0.14ab
Lactase 2%	2.06 ± 0.80	1.22 ± 0.19b	0.64 ± 0.03b
AI + Lactase 0.5%	2.37 ± 0.53	1.96 ± 0.39ab	1.32 ± 0.29ab
AI + Lactase 1%	2.27 ± 0.12	1.73 ± 0.25ab	1.25 ± 0.56ab
AI + Lactase 2%	2.45 ± 0.51	2.45 ± 0.51a	1.28 ± 0.21ab
F-test	ns	*	*
CV (%)	20.11	25.52	36.43

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ค่าความแน่นเนื้อในวันแรกเท่ากับ 3.60 นิวตัน

ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ ในวันแรกของการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ เท่ากับ 0.98% เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.96–1.30% โดยที่การเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% เพียงอย่างเดียว โดยมีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่น (1.30%) รองลงมาคือการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 1% มีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้เท่ากับ 1.24% ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีนี้สามารถช่วยชะลอการสูญเสียปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ 1.15% (ตาราง 15)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ในวันแรกของการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 9.37%Brix เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง มีค่าอยู่ระหว่าง 7.66–9.46%Brix โดยที่การเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 1% มีแนวโน้มสามารถช่วยชะลอการสูญเสียปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ คือ 9.46%Brix รองลงมาคือการเคลือบด้วยแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 1% เพียงอย่างเดียว และการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% พบว่ามีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 9.13 และ 9.20%Brix ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 7.90%Brix (ตาราง 15)

ตาราง 15 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่อต่อปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	TA (%)			TSS (%Brix)		
	Day 5	Day 10	Day 15	Day 5	Day 10	Day 15
Control	0.81 ± 0.10c	0.92 ± 0.04bc	1.15 ± 0.06abc	8.37 ± 0.06ab	9.06 ± 0.06abc	7.90 ± 0.06d
Ozone 100 ppm	0.90 ± 0.00bc	1.17 ± 0.07ab	1.02 ± 0.06bc	9.77 ± 0.12a	9.87 ± 0.06a	7.66 ± 0.06d
Al 0.25%	0.98 ± 0.07bc	1.22 ± 0.13a	1.30 ± 0.10a	7.07 ± 0.15d	9.50 ± 0.00ab	8.33 ± 0.23bcd
Lactase 0.5%	1.05 ± 0.10abc	1.05 ± 0.04abc	0.96 ± 0.06c	9.40 ± 0.00a	9.06 ± 0.06abc	8.23 ± 0.06cd
Lactase 1%	1.24 ± 0.04a	1.07 ± 0.13abc	1.05 ± 0.10bc	9.86 ± 0.15a	8.66 ± 0.15bc	9.13 ± 0.06ab
Lactase 2%	0.98 ± 0.07bc	0.79 ± 0.07c	1.09 ± 0.06abc	9.70 ± 0.10a	7.20 ± 0.10abc	7.93 ± 0.06d
Al + Lactase 0.5%	1.11 ± 0.10ab	1.17 ± 0.04ab	1.09 ± 0.11abc	9.06 ± 0.15a	8.66 ± 0.15bc	8.96 ± 0.15abc
Al + Lactase 1%	1.00 ± 0.07bc	1.07 ± 0.10abc	1.24 ± 0.10ab	9.16 ± 0.15a	8.40 ± 0.10c	9.46 ± 0.06a
Al + Lactase 2%	0.97 ± 0.04bc	1.05 ± 0.10abc	1.16 ± 0.10abc	8.93 ± 0.23a	8.03 ± 0.06cd	9.20 ± 0.10ab
F-test	*	*	*	*	*	*
CV (%)	12.4	14.26	11.33	10.02	6.5	5.67

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

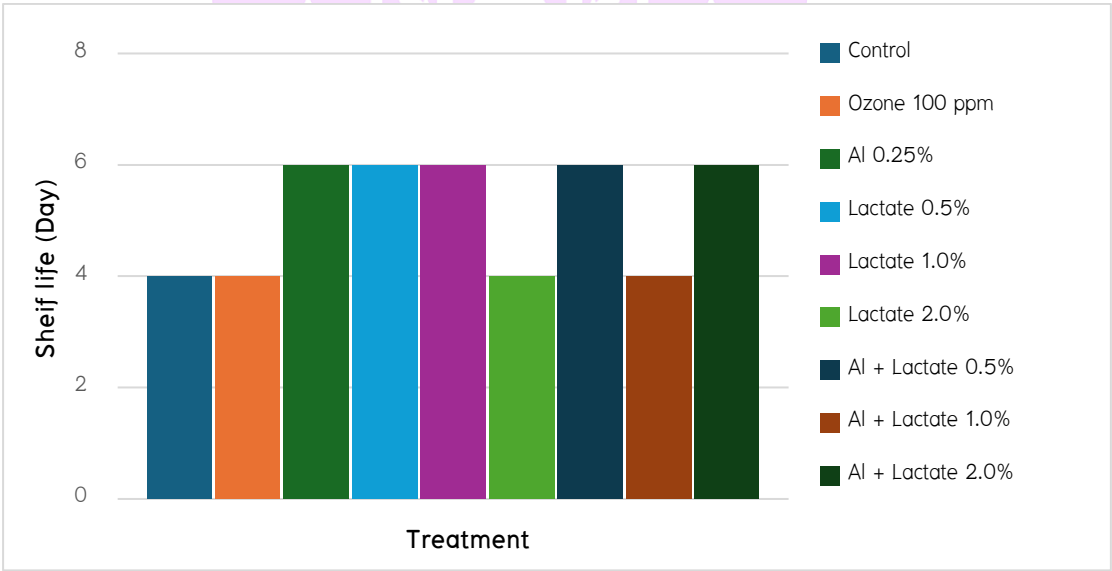
* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ค่า TA และ TSS ในวันแรกเท่ากับ 0.93% และ 9.32%Brix

อายุการเก็บรักษา การประเมินอายุการเก็บรักษาพิจารณาจากผลสตรอว์เบอร์รีที่เกิดโรคน้อยกว่า 50% หรือคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 3 คะแนน เทียบกับจำนวนวันในการเก็บรักษา โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากกว่า 50% หรือมีคะแนนคุณภาพโดยรวมน้อยกว่า 3 คะแนน จะถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับทางการค้า พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีได้ 4–6 วัน โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% เพียงอย่างเดียว การเคลือบด้วยแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2% และการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5 และ 2.0% มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 6 วัน ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในขณะที่สตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมมีอายุการเก็บรักษาเพียง 4 วัน (ภาพ 14)

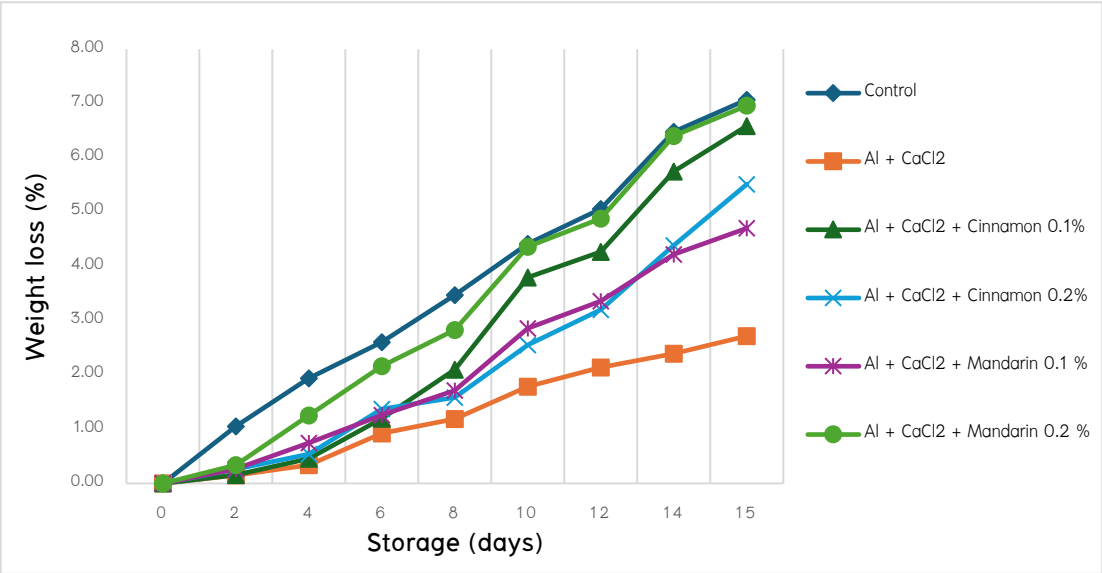


ภาพ 14 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมแลคเตทต่ออายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหยอบเชย (Cinnamon) และส้มแมนดาริน (Mandarin) หรือร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสตรอว์เบอรีผลสด

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหยอบเชย (Cinnamon) และส้มแมนดาริน (Mandarin) ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสตรอว์เบอร์รีผลสด

การสูญเสียน้ำหนัก ผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น โดยที่การเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับสารละลายแคลซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% และการเติมน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% ลงในสารเคลือบผิวมีแนวโน้มช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนัก 2.72-6.96% โดยที่ผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตร่วมกับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (2.72%) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่สูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (7.07%) (ภาพ 15 และตาราง 16)



ภาพ 15 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 16 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Weight loss (%)							
	Storage (Day)							
	2	4	6	8	10	12	14	15
Control	1.05 ± 0.23a	1.94 ± 0.31a	1.71 ± 0.22	3.67 ± 0.48a	4.41 ± 0.40a	5.06 ± 0.13a	6.48 ± 0.50a	7.07 ± 0.53a
Al + $CaCl_2$	0.15 ± 0.06b	0.34 ± 0.07b	1.72 ± 0.10	1.90 ± 0.12b	1.78 ± 0.19b	2.13 ± 0.22b	2.39 ± 0.22b	2.72 ± 0.23b
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	0.16 ± 0.01b	0.46 ± 0.03b	1.62 ± 0.30	2.10 ± 0.85ab	3.79 ± 1.16ab	4.27 ± 1.17ab	5.75 ± 1.71ab	6.59 ± 1.95a
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	0.26 ± 0.07b	0.54 ± 0.10b	1.48 ± 0.08	1.59 ± 0.14ab	2.55 ± 0.24ab	3.20 ± 0.12ab	4.38 ± 0.98ab	5.51 ± 0.42ab
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.1%	0.27 ± 0.06b	0.75 ± 0.07b	1.94 ± 0.10	1.71 ± 0.12ab	2.86 ± 0.19ab	3.36 ± 0.22ab	4.22 ± 0.22ab	4.70 ± 0.23ab
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	0.34 ± 0.16b	1.26 ± 0.23ab	1.03 ± 0.49	2.83 ± 0.66ab	4.37 ± 0.89a	4.88 ± 0.80a	6.40 ± 1.07a	6.96 ± 1.06a
F-test	*	*	ns	*	*	*	*	*
CV	82.74	70.56	46.58	47.21	39.93	35.70	37.99	35.11

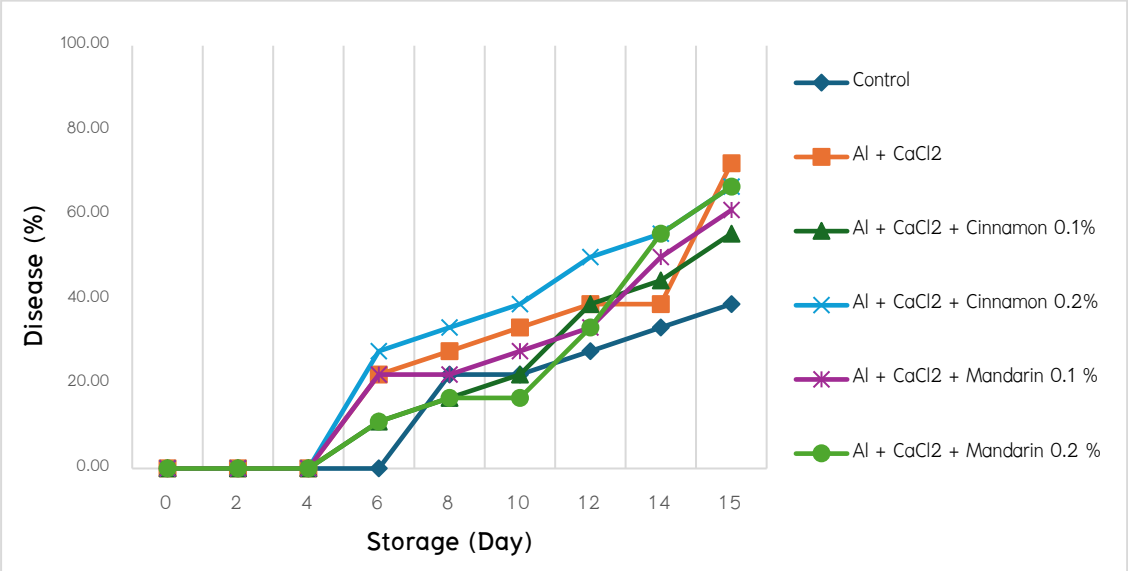
หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

การเกิดโรค ผลสตรอว์เบอร์รีเริ่มสังเกตเกิดโรคได้เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 6 วัน และมีการเกิดโรคเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น โดยที่การเคลือบผิวโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% และการเติมน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% ลงในสารเคลือบผิวมีแนวโน้มช่วยชะลอการเกิดโรคได้ โดยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่ามีการเกิดโรค 38.89 – 66.67% โดยที่ผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด (38.89%) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอว์เบอร์รีในชุดควบคุมที่เกิดโรค 72.22% (ภาพ 16 และตาราง 17)



ภาพ 16 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 17 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Disease (%)							
	Storage (Day)							
	2	4	6	8	10	12	14	15
Control	0	0	22.22 ± 9.62ab	27.78 ± 9.62	33.33 ± 0.00	38.89 ± 9.62ab	38.89 ± 9.62	72.22 ± 19.25
Al + $CaCl_2$	0	0	0.00b	22.22 ± 9.62	22.22 ± 9.62	27.78 ± 9.62b	33.33 ± 16.67	38.89 ± 19.25
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	0	0	11.11 ± 9.62ab	16.67 ± 0.00	22.22 ± 9.62	38.89 ± 9.62ab	44.44 ± 9.62	55.56 ± 9.62
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	0	0	27.78 ± 9.62a	33.33 ± 0.00	38.89 ± 9.62	50.00 ± 0.00a	55.55 ± 9.62	66.67 ± 16.67
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.1%	0	0	22.22 ± 9.62ab	22.22 ± 9.62	27.78 ± 9.62	33.33 ± 0.00ab	50.00 ± 16.67	61.11 ± 19.25
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	0	0	11.11 ± 9.62ab	16.67 ± 16.67	16.67 ± 16.67	33.33 ± 16.67ab	55.56 ± 19.25	66.67 ± 16.67
F-test	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns
CV	0	0	78.63	78.63	43.59	30.00	28.31	30.87

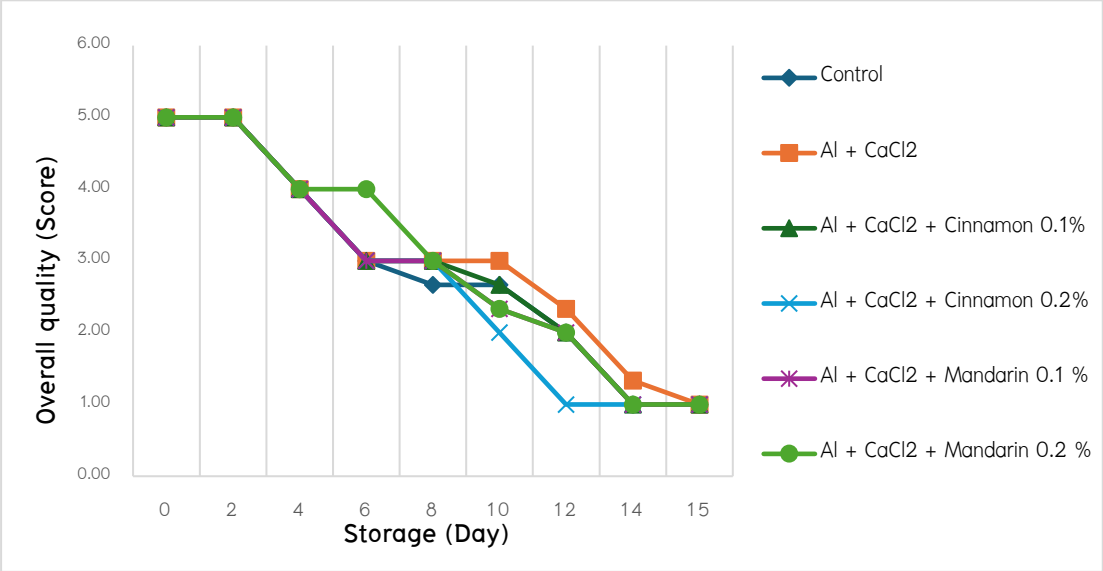
หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

คะแนนคุณภาพโดยรวม ประเมินจากสีของกลีบเลี้ยงและลักษณะความสดของผลสตรอว์เบอร์รี พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีคะแนนคุณภาพโดยรวมลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีคะแนนคุณภาพโดยรวมดีกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีค่าเท่ากับ 3.00 คะแนน (กลีบเลี้ยงยังมีสีเขียวผลเหี่ยวเล็กน้อย) ในขณะที่การเติมน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินลงในสารเคลือบผิวทำให้คุณภาพโดยรวมลดลง โดยมีคะแนน 2.00–2.67 คะแนน (ภาพ 17 และตาราง 18)



ภาพ 17 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 18 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Overall quality (Score)							
	Storage (Day)							
	2	4	6	8	10	12	14	15
Control	5.00	5.00	3.00 ± 0.00b	2.67 ± 0.58	2.67 ± 0.58ab	2.00 ± 0.00ab	1.00 ± 0.00	1.00
Al + $CaCl_2$	5.00	5.00	3.00 ± 0.00b	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00a	2.33 ± 0.58a	1.33 ± 0.58	1.00
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	5.00	5.00	3.00 ± 0.00b	3.00 ± 0.00	2.67 ± 0.58ab	2.00 ± 0.00ab	1.00 ± 0.00	1.00
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	5.00	5.00	3.00 ± 0.00b	3.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00b	1.00 ± 0.00b	1.00 ± 0.00	1.00
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.1%	5.00	5.00	3.00 ± 0.00b	3.00 ± 0.00	2.33 ± 0.58ab	2.00 ± 0.00ab	1.00 ± 0.00	1.00
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	5.00	5.00	4.00 ± 0.00a	3.00 ± 0.00	2.33 ± 0.58ab	2.00 ± 0.00ab	1.00 ± 0.00	1.00
F-test	ns	ns	**	ns	*	*	ns	ns
CV	0	0	9.44	7.71	19.22	28.58	22.49	0

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

** การประเมินคะแนนคุณภาพโดยรวม 5 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงยังมีสีเขียว ไม่เหี่ยว สด, 4 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงมีสีเขียว เหี่ยวเล็กน้อย, 3 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 2 คะแนน คือ ผลเริ่มแห้งและกลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 1 คะแนน คือ ผลแห้งและกลีบเลี้ยงมีสีเหลืองหรือเขียวอมน้ำตาล **

ความแน่นเนื้อ ผลสตรอว์เบอร์รีมีความแน่นเนื้อลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่ามีค่าความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 0.10–0.27 นิวตัน โดยการเติมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินลงในสารเคลือบผิวทำให้ผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียคุณภาพเร็วขึ้น ผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% ที่มีการเติมน้ำมันหอมระเหยอบเชยความเข้มข้น 0.1% และ 0.2% และการเติมน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.2% มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุด 0.10 นิวตัน ในขณะที่ผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.2% มีความแน่นเนื้อมากที่สุด 0.27 นิวตัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความแน่นเนื้อ 0.18 นิวตัน (ตาราง 19)

ตาราง 19 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Fimness (Newton)		
	Storage (Day)		
	5	10	15
Control	0.29 ± 0.02a	0.20 ± 0.01ab	0.18 ± 0.04ab
Al + $CaCl_2$	0.34 ± 0.06a	0.27±0.02a	0.27 ± 0.06a
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	0.18 ± 0.01b	0.12 ± 0.04bc	0.10 ±0.05b
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	0.20 ± 0.01b	0.16 ± 0.01b	0.10 ± 0.08b
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.1%	0.19 ± 0.02b	0.18 ± 0.04ab	0.16 ± 0.02ab
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	0.20 ± 0.04b	0.08 ± 0.04c	0.10 ± 0.05b
F-test	*	*	*
CV	20.89	27.67	41.36

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าความแน่นเนื้อในวันแรกเท่ากับ 0.37 นิวตัน

ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (TA) ผลสตรอว์เบอร์รีมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้แตกต่างกันทางสถิติ โดยในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าการเติมน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินลงในสารเคลือบผิวทำให้ผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.62 – 0.96% ในขณะที่ผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% และชุดการทดลองควบคุมที่ไม่มีการเคลือบผิว มีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ค่อนข้างคงที่ 1.17 – 1.22% และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.77 – 1.07% (ตาราง 20)

ตาราง 20 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	TA (%)		
	Storage (Day)		
	5	10	15
Control	1.32 ± 0.20a	1.17 ± 0.20a	1.02 ± 0.22
Al + $CaCl_2$	1.09 ± 0.17ab	1.22 ± 0.06a	0.77 ± 0.33
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	1.07 ± 0.04ab	0.96 ± 0.06ab	1.00 ± 0.10
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	1.05 ± 0.00ab	0.96 ± 0.96ab	1.07 ± 1.02
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.1%	0.72 ± 0.00b	0.62 ± 0.00b	0.96 ± 0.00
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	0.98 ± 0.04ab	0.9 ± 0.042ab	0.98 ± 0.04
F-test	*	*	ns
CV	26.26	25.96	32.24

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า TA ในวันแรกเท่ากับ 1.09%

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าการเติมน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินลงในสารเคลือบผิวทำให้ผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 4.70 – 6.50%Brix ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% กับผลสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมที่ไม่มีการเคลือบผิวและการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% ซึ่งมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 7.70 – 8.67%Brix (ตาราง 21)

ตาราง 21 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	TSS (%Brix)		
	Storage (Day)		
	5	10	15
Control	8.53 ± 0.12a	8.63 ± 0.15a	8.67 ± 0.06a
Al + $CaCl_2$	8.43 ± 0.06a	7.77 ± 0.06b	7.70 ± 0.10ab
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	8.13 ± 0.06ab	7.40 ± 0.10b	4.70 ± 0.10c
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	7.80 ± 0.00b	7.43 ± 7.30b	6.50 ± 6.10bc
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.1%	8.60 ± 0.00a	7.67 ± 0.00b	5.67 ± 0.00c
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	8.33 ± 0.06a	7.30 ± 0.00b	6.10 ± 0.00bc
F–test	*	*	*
CV	3.48	4.16	16.24

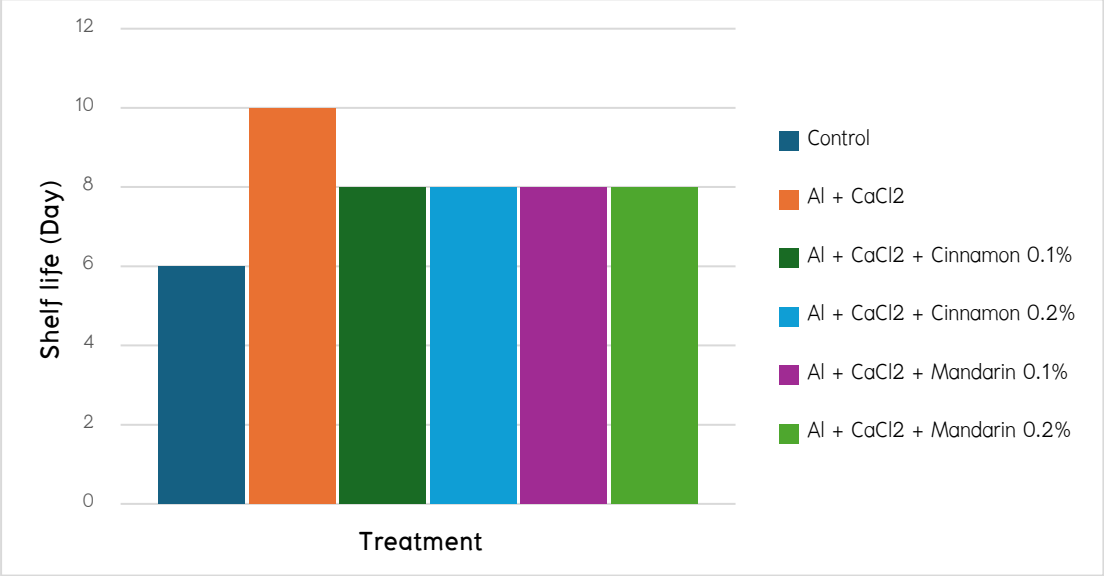
หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า TSS ในวันแรกเท่ากับ 9.57%Brix

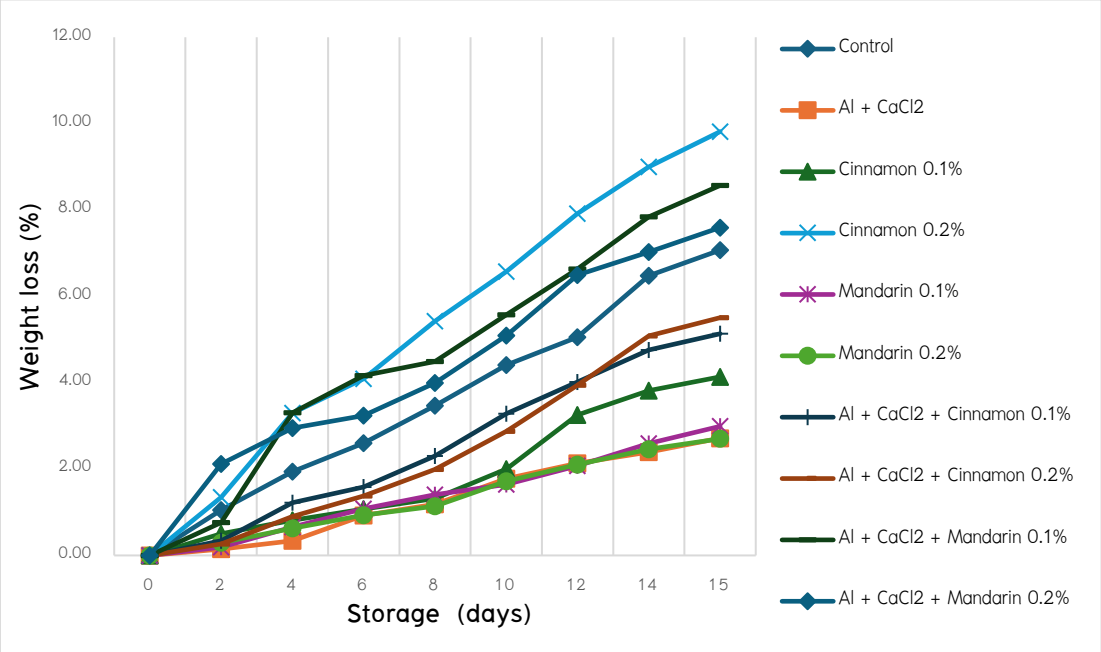
อายุการเก็บรักษา การประเมินอายุการเก็บรักษาพิจารณาจากผลสตรอว์เบอร์รีที่เกิดโรคน้อยกว่า 50% หรือคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 3 คะแนน เทียบกับจำนวนวันในการเก็บรักษา โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากกว่า 50% หรือมีคะแนนคุณภาพโดยรวมน้อยกว่า 3 คะแนน จะถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับทางการค้า พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ มีอายุการเก็บรักษามากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาที่ 10 วัน ในขณะที่ชุดการทดลองอื่น ๆ มีอายุการเก็บรักษา 6–8 วัน โดยชุดการทดลองควบคุมทำให้สตรอว์เบอร์รีเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน (ภาพ 18)



ภาพ 18 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่ออายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

การทดลองที่ 2.2 การศึกษาผลของเคลือบโดยโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รีผลสด

การสูญเสียน้ำหนัก ผลสตรอว์เบอร์รีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น โดยในวันที่ 15 หลังการเก็บรักษา พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 2.70 – 9.81% โดยการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยความเข้มข้น 0.2% เพียงอย่างเดียว ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด โดยมีการสูญเสียน้ำหนัก 9.81% รองลงมาคือผลสตรอว์เบอร์รีที่มีการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.1% มีการสูญเสียน้ำหนักที่ 8.57% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีการสูญเสียน้ำหนัก 7.07% แต่เมื่อเคลือบผลสตรอว์เบอร์รีด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% และการรมน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.2% พบว่าช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ ผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 2.72 และ 2.70% ตามลำดับ (ภาพ 19 และตาราง 22)



ภาพ 19 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 22 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

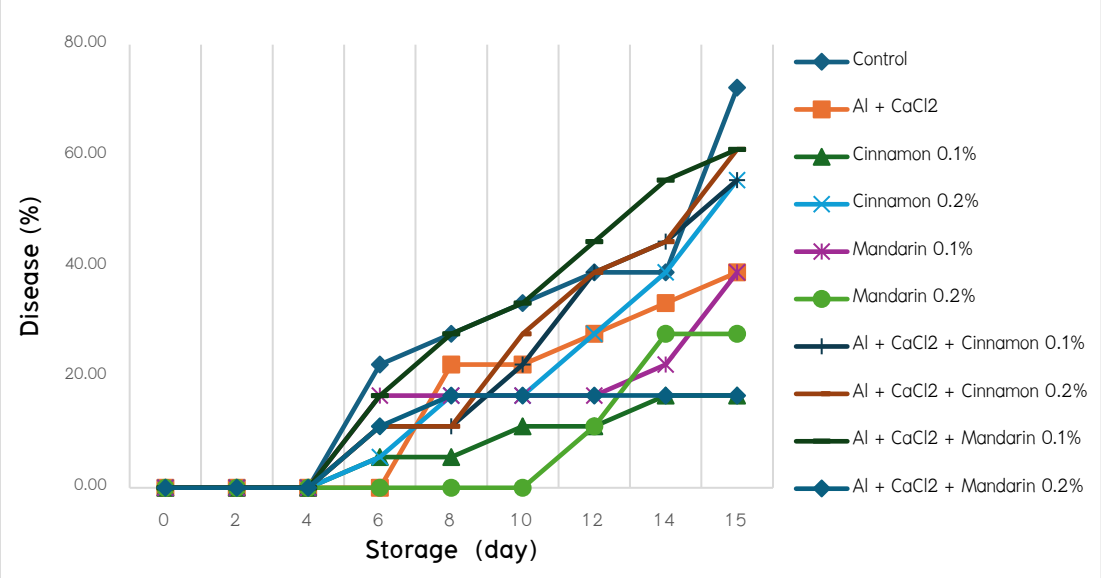
Treatment	Weight loss (%)							
	Storage (Day)							
	2	4	6	8	10	12	14	15
Control	1.05 ± 0.23ab	1.94 ± 0.22abc	2.60 ± 0.48ab	3.47 ± 0.48abc	4.41 ± 0.40abcd	5.06 ± 0.13abc	6.48 ± 0.50abc	7.07 ± 0.53abcd
Al + $CaCl_2$	0.15 ± 0.06b	0.34 ± 0.07c	0.92 ± 0.10b	1.19 ± 0.12c	1.78 ± 0.19cd	2.13 ± 0.22c	2.39 ± 0.22c	2.72 ± 0.23d
Cinnamon 0.1%	0.50 ± 0.08b	0.82 ± 0.15c	1.07 ± 0.20b	1.32 ± 0.23c	2.00 ± 0.37cd	3.25 ± 0.14bc	3.82 ± 0.21bc	4.13 ± 0.18bcd
Cinnamon 0.2%	1.35 ± 0.16ab	3.29 ± 0.04a	4.09 ± 0.10a	5.43 ± 0.68a	6.57 ± 0.07a	7.92 ± 0.21a	9.00 ± 0.37a	9.81 ± 0.38a
Mandarin 0.1%	0.19 ± 0.05b	0.65 ± 0.57c	1.08 ± 0.52b	1.41 ± 0.43c	1.64 ± 0.47d	2.07 ± 0.62c	2.59 ± 0.46c	2.99 ± 0.48cd
Mandarin 0.2%	0.30 ± 0.03b	0.63 ± 0.08c	0.93 ± 0.14b	1.14 ± 0.11c	1.72 ± 0.15cd	2.10 ± 0.18c	2.46 ± 0.29c	2.70 ± 0.37d
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	0.34 ± 0.06b	1.22 ± 0.06bc	1.59 ± 0.13b	2.31 ± 0.13bc	3.29 ± 0.05abcd	4.02 ± 0.04bc	4.76 ± 0.07abc	5.13 ± 0.08bcd
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	0.27 ± 0.05b	0.90 ± 0.33c	1.38 ± 0.59b	2.00 ± 0.84bc	2.88 ± 0.82bcd	3.94 ± 0.76bc	5.09 ± 0.26abc	5.51 ± 0.25abcd
Al + CaC_{l2} + Mandarin 0.1%	0.76 ± 0.39b	3.31 ± 0.21a	4.16 ± 0.22a	4.49 ± 0.10ab	5.57 ± 0.46ab	6.63 ± 0.23ab	7.84 ± 0.22a	8.57 ± 0.16ab
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	2.12 ± 0.37a	2.95 ± 0.60ab	3.23 ± 0.62ab	3.99 ± 1.01abc	5.09 ± 1.41abc	6.49 ± 0.96ab	7.02 ± 0.99ab	7.07 ± 0.71abc
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*
CV	88.54	68.69	59.64	57.84	51.14	46.07	44.30	43.55

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การเกิดโรค ผลสตรอว์เบอร์รีเริ่มสังเกตการเกิดโรคได้เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 6 วัน และมีการเกิดโรคเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 16.67 – 72.22% โดยการรมผลสตรอว์เบอร์รีด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยความเข้มข้น 0.1% เพียงอย่างเดียว และการเคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% จากนั้นรมด้วยน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.2% ผลสตรอว์เบอร์รีมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด (16.67 และ 16.67% ตามลำดับ) จึงมีแนวโน้มในการช่วยยับยั้งการเกิดโรคดีที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกับทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากที่สุด 72.22% (ภาพ 20 และตาราง 23)



ภาพ 20 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 23 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อการเกิดโรคของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

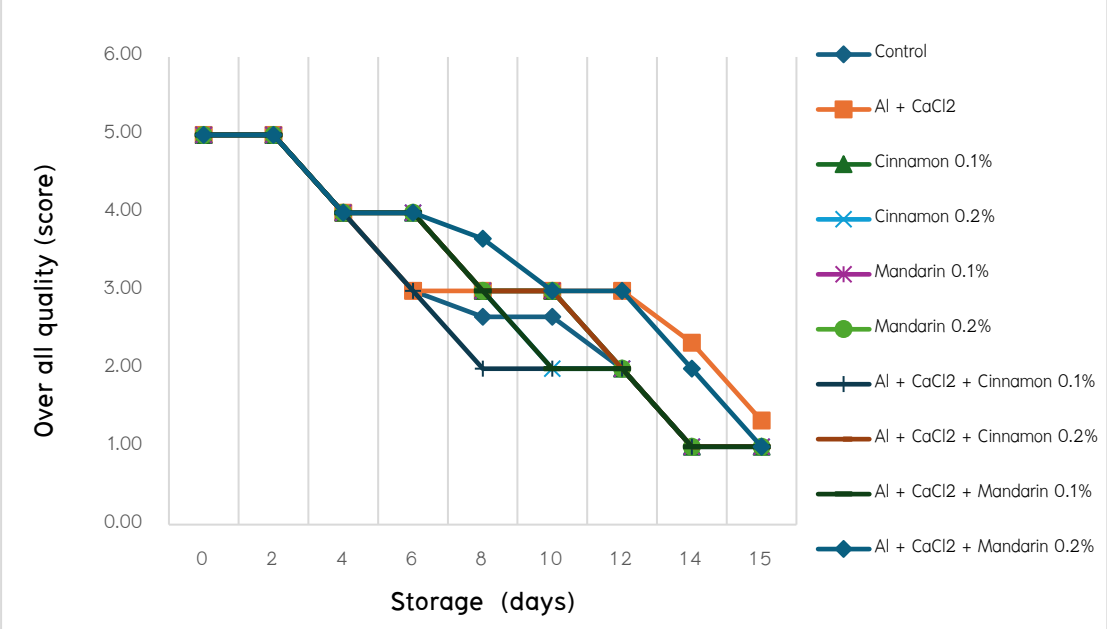
Treatment	Disease (%)							
	Storage (Day)							
	2	4	6	8	10	12	14	15
Control	0	0	22.22 ± 9.62a	27.78 ± 9.62a	33.33 ± 0.00a	38.89 ± 9.62ab	38.89 ± 9.62	72.22 ± 19.25a
Al + $CaCl_2$	0	0	0.00b	22.22 ± 9.62ab	22.22 ± 9.62ab	27.78 ± 9.62ab	33.33 ± 16.6	38.89 ± 19.25ab
Cinnamon 0.1%	0	0	5.56 ± 9.62ab	5.57 ± 9.62bc	11.11 ± 19.25ab	11.11 ± 19.25b	16.67 ± 28.87	16.67 ± 28.87b
Cinnamon 0.2%	0	0	0.00b	11.11±0.00abc	11.11 ± 0.00ab	16.67 ± 9.62ab	27.78 ± 9.62	38.89 ± 25.46ab
Mandarin 0.1%	0	0	16.67 ± 0.00ab	16.67 ± 0.00abc	16.67 ± 0.00ab	16.67 ± 0.00ab	22.22 ± 9.62	38.89 ± 19.25ab
Mandarin 0.2%	0	0	0.00b	0.00c	27.78 ± 9.62a	11.11 ± 9.62b	27.78 ± 19.25	27.78 ± 19.25ab
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	0	0	11.11 ± 9.62ab	11.11 ± 9.62abc	22.22 ± 9.62ab	38.89 ± 9.62ab	44.44 ± 19.25	55.56 ± 19.25ab
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	0	0	11.11 ± 9.62ab	11.11 ± 9.62abc	27.78 ± 9.62a	38.89 ± 9.62ab	44.44 ± 9.62	61.11 ± 25.46ab
Al + CaC_{l2} + Mandarin 0.1%	0	0	16.67 ± 16.67ab	27.78 ± 9.62a	33.33 ± 16.67a	44.45 ± 25.46a	55.55 ± 25.46	61.11 ± 25.46ab
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	0	0	11.11 ± 9.62ab	16.67 ± 0.00abc	16.67 ± 0.00ab	16.67 ± 0.00ab	16.67 ± 0.00	16.67 ± 0.00b
F-test	ns	ns	*	*	*	*	ns	*
CV	0	0	111.82	74.58	68.98	64.87	60.95	64.67

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คะแนนคุณภาพโดยรวม ประเมินจากสีของกลีบเลี้ยงและลักษณะความสดของผลสตรอว์เบอร์รี พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีคะแนนคุณภาพโดยรวมลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 12 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีคะแนนคุณภาพโดยรวมอยู่ระหว่าง 1.33-3 คะแนน โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% จากนั้นทำการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.2% มีคะแนนคุณภาพโดยรวมมากที่สุด 3.00 คะแนน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 1.33 คะแนน รองลงมาคือผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 2.33 คะแนน (ภาพ 21 และตาราง 24)



ภาพ 21 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 24 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Overall quality (Score)							
	Storage (Day)							
	2	4	6	8	10	12	14	15
Control	5.00	5.00	3.00 ± 0.00b	2.67 ± 0.58bc	2.67 ± 0.58ab	1.33 ± 0.58ab	1.00 ± 0.00b	1.00
Al + $CaCl_2$	5.00	5.00	3.00 ± 0.00b	3.00 ± 0.00ab	3.00 ± 0.00a	2.33 ± 0.58ab	1.33 ± 0.58b	1.00
Cinnamon 0.1%	5.00	5.00	4.00 ± 0.00a	3.00±0.00ab	3.00 ± 0.00a	2.00 ± 0.00b	1.00 ± 0.00b	1.00
Cinnamon 0.2%	5.00	5.00	4.00 ± 0.00a	3.00 ± 0.00ab	2.33 ± 0.58ab	2.00 ± 0.00b	1.00 ± 0.00b	1.00
Mandarin 0.1%	5.00	5.00	4.00 ± 0.00a	3.00 ± 0.00ab	3.00 ± 0.00a	2.00 ± 0.00b	1.00 ± 0.00b	1.00
Mandarin 0.2%	5.00	5.00	4.00 ± 0.00a	3.00 ± 0.00ab	3.00 ± 0.00a	2.00 ± 0.00b	1.00 ± 0.00b	1.00
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	5.00	5.00	7.00 ± 0.00b	2.00 ± 0.00c	2.00 ± 0.00b	2.00 ± 0.00b	1.00 ± 0.00b	1.00
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	5.00	5.00	4.00 ± 0.00a	3.00 ± 0.00ab	3.00 ± 0.00a	2.00 ± 0.00b	1.00 ± 0.00b	1.00
Al + CaC_{l2} + Mandarin 0.1%	5.00	5.00	4.00 ± 0.00a	3.00 ± 0.00ab	2.00 ± 0.00b	2.00 ± 0.00b	1.00 ± 0.00b	1.00
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	5.00	5.00	4.00±0.00a	3.67 ± 0.58a	3.00 ± 0.00a	3.00 ± 0.00a	2.00 ± 0.00a	1.00
F-test	ns	ns	**	*	*	*	*	ns
CV	0	0	11.15	15.16	17.25	17.54	29.18	0.00

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%, ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99%

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** การประเมินคะแนนคุณภาพโดยรวม 5 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงยังมีสีเขียว ไม่เหี่ยว สด, 4 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงมีสีเขียว เหี่ยวเล็กน้อย, 3 คะแนน คือ กลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 2 คะแนน คือ ผลเริ่มแห้งและกลีบเลี้ยงเหี่ยวเฉา, 1 คะแนน คือ ผลแห้งและกลีบเลี้ยงมีสีเหลืองหรือเขียวอมน้ำตาล **

ความแน่นเนื้อ ผลสตรอว์เบอร์รีมีความแน่นเนื้อลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 0.07 – 0.28 นิวตัน โดยทำการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.1% ทำให้ผลสตรอว์เบอร์รีมีความแน่นเนื้อสูงสุด (0.28 นิวตัน) รองลงมาคือ การเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.27 นิวตัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความแน่นเนื้อ เท่ากับ 0.18 นิวตัน (ตาราง 25)

ตาราง 25 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Fimness (Newton)		
	Storage (Day)		
	5	10	15
Control	0.29 ± 0.02ab	0.20 ± 0.01abcd	0.18 ± 0.04ab
Al + $CaCl_2$	0.34 ± 0.06a	0.27 ± 0.02ab	0.27 ± 0.06a
Cinnamon 0.1%	0.26 ± 0.03abc	0.22 ± 0.12abc	0.11 ± 0.08b
Cinnamon 0.2%	0.23 ± 0.05bc	0.20 ± 0.08abcd	0.19 ± 0.03ab
Mandarin 0.1%	0.25 ± 0.03abc	0.29 ± 0.07a	0.28 ± 0.07a
Mandarin 0.2%	0.29 ± 0.10ab	0.23 ± 0.06abc	0.18 ± 0.04ab
Al + $CaCl_2$+Cinnamon 0.1%	0.19 ± 0.03c	0.12 ± 0.03cd	0.13 ± 0.05b
Al + $CaCl_2$+Cinnamon 0.2%	0.24 ± 0.05bc	0.18 ± 0.02abcd	0.07 ± 0.03b
Al + CaC_{l2}+Mandarin 0.1%	0.18 ± 0.01c	0.08 ± 0.05d	0.14 ± 0.01b
Al + $CaCl_2$+Mandarin 0.2%	0.20 ± 0.04bc	0.15 ± 0.02bcd	0.15 ± 0.05b
F–test	*	*	*
CV	20.28	34.12	41.80

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าความแน่นเนื้อในวันแรกเท่ากับ 0.37 นิวตัน

ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (TA) ผลสตรอว์เบอร์รีมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้เล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.77 – 1.07% โดยที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าการเคลือบผิวสตรอว์เบอร์รีด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้มากที่สุด 1.22% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม ที่มีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ 1.17% (ตาราง 26)

ตาราง 26 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	TA (%)		
	Storage (Day)		
	5	10	15
Control	1.32 ± 0.20	1.17 ± 0.20ab	1.03 ± 0.22
Al + $CaCl_2$	1.09 ± 0.17	1.22 ± 0.06a	0.77 ± 0.33
Cinnamon 0.1%	1.07 ± 0.04	1.11 ± 0.04abc	1.00 ± 0.13
Cinnamon 0.2%	1.32 ± 0.07	1.02 ± 0.06bc	0.92 ± 0.04
Mandarin 0.1%	1.34 ± 0.06	1.05 ± 0.07abc	0.98 ± 0.10
Mandarin 0.2%	1.11 ± 0.04	1.13 ± 0.04abc	1.07 ± 0.18
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	1.04 ± 0.10	0.98 ± 0.04c	1.07 ± 0.04
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	1.06 ± 0.21	0.98 ± 0.13c	1.07 ± 0.04
Al + CaC_{l2} + Mandarin 0.1%	1.17 ± 0.32	1.05 ± 0.07abc	1.02 ± 0.11
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	1.20 ±0.22	1.00 ± 0.07bc	0.92 ± 0.04
F-test	ns	*	ns
CV	15.50	8.78	15.95

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า TA ในวันแรกเท่ากับ 1.09%

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ระหว่าง 4.60–8.67%Brix การเคลือบผิวด้วยการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดาริน และการเคลือบผิวร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินทำให้ผลสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 4.60 – 7.70%Brix ในขณะที่ผลสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุมมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงสุด 8.67%Brix (ตาราง 27)

ตาราง 27 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	TSS (%Brix)		
	Storage (Day)		
	5	10	15
Control	8.53 ± 0.12a	8.63 ± 0.15a	8.67 ± 0.06a
Al + $CaCl_2$	8.43 ± 0.06a	7.77 ± 0.06abc	7.70 ± 0.10ab
Cinnamon 0.1%	7.87 ± 0.06bc	7.40 ± 0.00c	4.60 ± 0.00d
Cinnamon 0.2%	7.73 ± 0.06bc	7.13 ± 0.06c	6.27 ± 0.06bcd
Mandarin 0.1%	8.10 ± 0.10ab	7.63 ± 0.12bc	7.00 ± 0.00abc
Mandarin 0.2%	7.53 ± 0.06c	7.20 ± 0.00c	7.10 ± 0.10abc
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.1%	8.07 ± 0.06ab	7.67 ± 0.12bc	6.00 ± 0.10bcd
Al + $CaCl_2$ + Cinnamon 0.2%	7.80 ± 0.10bc	7.10 ± 0.00c	5.60 ± 0.00cd
Al + CaC_{l2} + Mandarin 0.1%	8.10 ± 0.10ab	8.37 ± 0.06ab	5.77 ± 0.06bcd
Al + $CaCl_2$ + Mandarin 0.2%	7.53 ± 0.06c	7.63 ± 0.06bc	4.60 ± 0.06d
F–test	**	*	*
CV	3.45	6.48	16.06

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

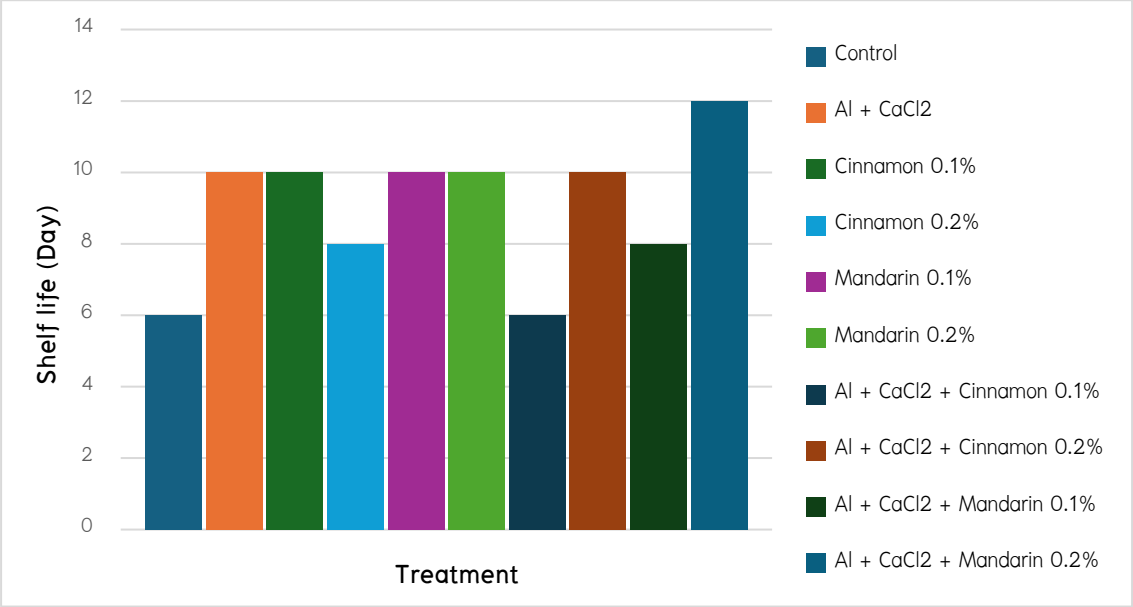
* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99.9%

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า TSS ในวันแรกเท่ากับ 9.57%Brix

อายุการเก็บรักษา การประเมินอายุการเก็บรักษาพิจารณาจากผลสตรอว์เบอร์รีที่เกิดโรคน้อยกว่า 50% หรือคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 3 คะแนน เทียบกับจำนวนวันในการเก็บรักษา โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากกว่า 50% หรือมีคะแนนคุณภาพโดยรวมน้อยกว่า 3 คะแนน จะถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับทางการค้า พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำสามารถเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีได้ 6–12 วัน เมื่อทำการเคลือบสตรอว์เบอร์รีด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.2% มีอายุการเก็บรักษา 12 วัน ซึ่งมากที่สุดเมื่อเทียบกับการทดลองอื่น ๆ แต่เมื่อไม่ทำการเคลือบผิว และทำการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยความเข้มข้น 0.1% พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีการเสื่อมสภาพเร็วที่สุดที่ 6 วัน (ภาพ 22)



ภาพ 22 ผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินต่ออายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

1.การศึกษาผลของอัลจิเนต และแคลเซียมชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอรี่ พบว่าการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมชนิดต่าง ๆ ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดโรค และคุณภาพโดยรวมได้ โดยที่การเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% การเคลือบผิวร่วมกันระหว่างโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมซิเตรทและแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% ช่วยรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดโรค และรักษาคุณภาพโดยรวมได้ดีกว่าชุดการทดลองควบคุมที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิวของผลสตรอว์เบอร์รี โดยการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5%ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีแนวโน้มจะช่วยรักษาคุณภาพได้ดีที่สุดและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีได้ดีที่สุด

2. การศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน หรือร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสตรอว์เบอร์รีผลสด พบว่าการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดโรค และคุณภาพโดยรวมได้ โดยที่การเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ 2% และการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ 2% แล้วนำมารมด้วยน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.2% มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 12 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่มีการเคลือบผิว มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน

อภิปรายผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแลคเตทและแคลเซียมซิเตรทต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสตรอว์เบอร์รีผลสด

การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวบริโภคได้อัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และอายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยก่อนที่จะเคลือบผิวได้นำผลสตรอว์เบอร์รีมาล้างในน้ำโอโซนเพื่อฆ่าเชื้อโรค จากนั้นนำมาเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ จากผลทดลองนี้ พบว่าการล้างน้ำโอโซนร่วมกับการเคลือบผิวด้วยสารละลายอัลจิเนต สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และการเคลือบผิวร่วมระหว่างอัลจิเนตและแคลเซียมคลอไรด์ ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอว์เบอร์รีได้ ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักของสตรอว์เบอร์รีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเกิดจาการคายน้ำเพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหายใจของผลิตผล ซึ่งการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวบริโภคได้ช่วยลดปริมาณออกซิเจนทำให้สตรอว์เบอร์รีมีอัตราการหายใจลดลง รวมทั้งการเคลือบผิวสามารถจำกัดการซึมผ่านของไอน้ำ โดยไปปิดรูเปิดตามธรรมชาติในเนื้อเยื่อชั้นผิว ทำให้แลกเปลี่ยนก๊าซได้น้อยลง เมื่อผลไม้ได้รับออกซิเจนจากภายนอกลดลง ทำให้อัตราการหายใจและการสังเคราะห์เอทิลีนลดลง ลดการสูญเสียน้ำได้ ส่งผลช่วยชะลอการสุก และการเสื่อมสภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (สุธิดา อัครชนียากร, วาสิฏฐี เนียมสุวรรณ์ และสุธีรา ขันทพันธ์, 2563) ที่พบว่าการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ คือโซเดียมอัลจิเนตช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 4 องศาเซลเซียส รวมทั้งการศึกษาการนำผลเคพกูสเบอร์รี (*Physalis peruviana* L.) มาเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต พบว่าการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนต ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน ลดอัตราเมตาบอลิซึม ช่วยชะลอเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ปริมาณสารฟีนอลทั้งหมด แคโรทีนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญ (Carvalho, et al. 2015)

สำหรับการประเมินคุณภาพโดยรวมจากสีของกลีบเลี้ยงและลักษณะความสดของผลสตรอว์เบอร์รี พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นกลีบเลี้ยงของสตรอว์เบอร์รีมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยกลีบเลี้ยงมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือสีเหลืองอมน้ำตาลมากขึ้นรวมทั้งกลีบเลี้ยงมีความสดลดลง โดยที่สารเคลือบผิวอัลจิเนต การแช่ในน้ำโซน และ

การเคลือบผิวร่วมกันระหว่างอัลจิเนต และแคลเซียมคลอไรด์ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มช่วยชะลอสูญเสียคุณภาพโดยรวมได้ดีกว่าชุดควบคุม สำหรับความแน่นเนื้อของผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเคลือบผิวในทุกกรรมวิธีช่วยชะลอการการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ โดยที่ผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5 และ 1.0% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอว์เบอร์รีในชุดการทดลองควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Alharaty and Ramaswamy, 2020) ที่พบว่า การเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต–แคลเซียมคลอไรด์ช่วยรักษาสีและเนื้อสัมผัสของสตรอว์เบอร์รีตัดแต่ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ (อิษยา นะมิกิ, และคณะ 2561) ที่ศึกษาคุณภาพของผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60 พบว่าผลหม่อนที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.0% มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และมีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด

การเกิดโรค พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีเริ่มมีการเกิดโรคและมีการเจริญของเชื้อราที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาและเกิดโรคเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากผลสตรอว์เบอร์รีเข้าสู่ระยะการสุกแก่ มีความต้านทานต่อเชื้อจุลินทรีย์ภายในผลลดลง ส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ที่แฝงอยู่ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นจนก่อให้เกิดความเสียหาย โดยการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 1% การล้างในน้ำโอโซน และการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 0.5% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส ช่วยชะลอการเกิดโรคได้ และยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พรรณพนัช แช่ม, 2562) ที่พบว่าการเกิดโรคของมะนาวที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยอัลจิเนตร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยลดการเกิดโรคได้ นอกจากนี้งานวิจัยของ (Alharaty and Ramaswamy, 2020) รายงานว่าการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนต–แคลเซียมคลอไรด์สามารถชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ในสตรอว์เบอร์รีตัดแต่ง สำหรับคุณภาพทางเคมี พบว่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น รวมทั้งพบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลงเล็กน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ (พรรณพนัช แช่ม, 2562) ที่รายงานว่าผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงเล็กน้อย เนื่องจากสตรอว์เบอร์รีเป็นผลไม้ประเภท non–climacteric ซึ่งภายหลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีการหายใจส่งผลให้ปริมาณกรด ปริมาณวิตามินซี และปริมาณน้ำตาลลดลง โดยผลผลิตนำเอากรด

อินทรีย์และน้ำตาลที่เก็บสะสมไว้ไปใช้ในกระบวนการหายใจ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในระหว่างการเก็บรักษา

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเคลือบผิวโดยโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหยอบเชย (Cinnamon) และส้มแมนดาริน (Mandarin) หรือร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดาริน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสตรอว์เบอร์รีผลสด

การศึกษาในการทดลองที่ 2.1 เป็นการศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยสารละลายโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ที่มีการเติมน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% จากนั้นนำมาเคลือบผิวด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% และการทดลองที่ 2.2 เป็นการศึกษาผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% และการเคลือบด้วยสารละลายโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% ร่วมกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยอบเชยและส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (5 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยจากการทดลองที่ 1 พบว่าการเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และการทดลองที่ 2 พบว่าการเคลือบผิวด้วยด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% จากนั้นนำมารมด้วยน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.2% มีแนวโน้มช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและการเคลือบผิวช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี โดยช่วยลดอัตราการหายใจ การคายน้ำ การผลิตเอทิลีน ชะลอการสุกแก่ และยับยั้งการเน่าเสีย จึงทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

ส่วนการเกิดโรคของสตรอว์เบอร์รี พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีมีการเกิดโรคเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา เนื่องจากเมื่อผลิตผลเข้าสู่ระยะสุกแก่จะทำให้มีความต้านทานต่อเชื้อจุลินทรีย์ภายในผลลดลง ส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ที่แฝงอยู่ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นจนก่อให้เกิดความเสียหายได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) โดยที่ผลการ

ทดลองที่ 2.2 การเคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 0.25% ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% แล้วนำรมด้วยน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดารินความเข้มข้น 0.2% ช่วยชะลอการเกิดโรคได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมสุดา วรพันธุ์, วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก และวาสนา พิทักษ์พล (2559) ที่ได้ใช้น้ำมันหอมระเหยในการควบคุมเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตภัณฑ์ผักตบชวา และงานของ วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ, และคณะ (2565) ที่ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของฟิล์มเซลลูโลสไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* ในโรคผลเน่าของลองกอง เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยมีสารประกอบที่สำคัญหลายชนิด เช่น Eugenol, Cinnamaldehyde, Thymol เป็นต้น ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ทำให้น้ำมันหอมระเหยสามารถแทรกตัวในส่วนของไขมันที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์และไมโตคอนเดรียทำให้ผนังเซลล์เกิดการซึมผ่านเข้าออกระหว่างสารภายนอกกับสารภายในเซลล์มากขึ้น ส่งผลเซลล์ให้ของเชื้อราเกิดการบาดเจ็บ และตายลงในที่สุด รวมทั้งสอดคล้องกันงานวิจัยของ Alharaty and Ramaswamy (2020) ที่รายงานว่าผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคลอไรด์ไม่พบการเจริญของเชื้อรา ทำให้สามารถการเก็บรักษาได้นานถึง 15 วัน ที่อุณหภูมิต่ำ โดยที่สารเคลือบผิวโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคลอไรด์ มีประสิทธิภาพในการช่วยลดอัตราการหายใจ ลดการคายน้ำ ชะลอการสูญเสียปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และช่วยรักษาคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของสตรอว์เบอร์รีตัดแต่ง เช่น สี และเนื้อสัมผัสได้ รวมทั้งรายงานจากการศึกษาของ Chiabrando and Giacalone (2019) ได้ทำการศึกษาผลของสารเคลือบผิวอัลจิเนตร่วมกับน้ำมันหอมระเหยพืชตระกูลส้ม (มะนาว ส้ม และเกรปฟรุต) ต่ออายุการเก็บรักษาของผลกีวี่ตัดแต่ง พบว่าสารเคลือบผิวโซเดียมอัลจิเนตร่วมกับน้ำมันหอมระเหยมะนาวและส้มช่วยลดอัตราการหายใจ (ลดอัตราการใช้ O_2 และการผลิต CO_2) ช่วยรักษาความแน่นเนื้อ และปริมาณวิตามินซี รวมทั้งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์ แต่การเคลือบผิวไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงของสี รวมทั้งพบว่า การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวโซเดียมอัลจิเนตร่วมกับน้ำมันหอมระเหยส้มช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ

สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงเล็กน้อย เนื่องจากสตรอว์เบอร์รีเป็นผลไม้ประเภท Non-climacteric ต้องเก็บเกี่ยวเมื่อผลสุกแก่ และความบริบูรณ์ เมื่อมีอายุเพิ่มขึ้นการสะสมน้ำตาลจะมีมากขึ้น ดังนั้นปริมาณน้ำตาลในผลจึงเป็นดัชนีความบริบูรณ์ และดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ดี (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์) ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของผลสตรอว์เบอร์รีซึ่งส่วนใหญ่เป็น

กรดซิตริก เนื่องจากโมเลกุลของกรดเหล่านี้มีกลุ่มของ Carboxylic เป็นองค์ประกอบหลักในขั้นตอนปริมาณวิตามินซี จึงทำให้คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณวิตามินซีลดลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากการสูญเสียการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด และอาจเกิดจากออกซิเดชันซึ่งใช้เอนไซม์มีโลหะหนักเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลสตรอว์เบอร์รีซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดซิตริก และกรดซักชินิกเพียงเล็กน้อย เนื่องจากโมเลกุลของกรดเหล่านี้มีกลุ่มของ Carboxylic เป็นองค์ประกอบหลักซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการหายใจ เมื่อผลสตรอว์เบอร์รีสุกและมีอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้น และระหว่างการเก็บรักษาปริมาณความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะลดลง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของกรดชนิดของเนื้อเยื่อการจัดการ (Handling) สภาพการเก็บรักษา (Storage conditions) พันธุ์และปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สายชล เกตุษา, 2528) จึงทำให้ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ในการทดลองนี้มีปริมาณลดลง ส่วนปริมาณวิตามินซี พบว่าภายหลังการเก็บเกี่ยววิตามินซีมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณลดลงเล็กน้อย ซึ่งเกิดการสูญเสียจากการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดและอาจเกิดจากออกซิเดชันซึ่งใช้เอนไซม์มีโลหะหนักเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

ข้อเสนอแนะ

กรรมวิธีในการเคลือบผิวด้วยน้ำมันหอมระเหย พบว่ามีผลต่อคุณภาพ โดยเฉพาะน้ำมันหอมระเหยอบเชย และน้ำมันหอมระเหยส้มแมนดาริน พบว่าเมื่อใช้ระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไปและระยะเวลาในการเคลือบผิวนานเกินไป จะทำให้รสชาติและมีกลิ่นที่รุนแรงจนกระทั่งคุณภาพของผลผลิตเปลี่ยนไป

บรรณานุกรม

A.O.A.C. 1990. **Official methods of analysis.** Association of official analytical chemists, Inc., Vergiia.

Alharaty, G., and Ramaswamy, H. S. (2020). The effect of sodium alginate–calcium chloride coating on the quality parameters and shelf life of strawberry cut fruits. **Journal of Composites Science,** 4(3), 123.

Camire, E. M., Ismail, S., Work, T. M., Bushway, A. A., and Halteman, W. A. (1994). Improvements in canned lowbush blueberry quality. **Journal of Food Science,** 59, 394–398.

Carvalho, C. P., Villaño, D., Moreno, D. A., Serrano, M. and Valero, D. (2015). Alginate edible coating and cold storage for improving the physicochemical quality of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Journal of Food Science and Nutrition**, 1(1), 7.

Chiabrando, V. and Giacalone, G. (2019). Effects of citrus essential oils incorporated in alginate coating on quality of fresh–cut Jintao kiwifruit. **Journal of Food and Nutrition Research,** 58(2), 177–186.

Conway, W. S., Sams, C. E. and Kelman, A. (1994)a. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest disease through calcium applications. **HortScience,** 29, 751–754.

Conway, W. S., Sams, C. E., Wang, C. Y. and Abbott, J. A. (1994)b. Additive effect of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay and maintaining quality in apples. **Journal of American Society for Horticultural Science**, 119, 49–53.

Du, W. X., Olsen, C. W., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H., Levin, C. E. and Friedman, M. (2009). Effects of allspice, cinnamon, and clove bud essential oils in edible apple films on physical properties and antimicrobial activities. **Journal of Food Science**, 74(7), 372–378.

Danai, B. (N.D). **Effect of GRAS on Postharvest quality of fresh cut strawberry fruits.** The Royal Project Foundation. ChiangMai.

Faust, M. and Shear, C. B. (1972). The effect of calcium on respiration of apples. **Journal of**

American Society for Horticultural Science, 97, 437–439.

Ferguson, I. B. (1984). Calcium in plant senescence and fruit ripening. **Plant Cell and Environment,** 7, 477–489.

Forney, C. F., and Breen, P. J. (1986). Sugar content and uptake in the strawberry fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science,** 111(2), 241–247.

Gerasopoulos, D., Chouliaras, V. and Lionakis, S. (1996). Effects of preharvest calcium chloride sprays on maturity and storability of Hayward kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology,** 7, 65–72.

Gol, N. B. and Chaudhari, M. L. (2015). Effect of edible coatings on quality and shelf life of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit during storage. **Journal of Food Science and technology**, 52(1), 78–91.

Hanson, J. B. (1984). The function of calcium in plant nutrition. **Advances in plant nutrition,** 1, 149–208

Huang, X. M., Wang, H. C., Yuan, W. Q., Lu, J. M., Yin, J. H., Lou, S. and Huang, H. (2005). A study of rapid senescence of detached litchi: roles of water loss and calcium. **Postharvest Biology and Technology,** 36, 177–189.

Kahramanoglu, I., Bahadirli, N. P, Okatan, V. and Wan, C. (2022). Impacts of edible coatings enriched with laurel essential oil on the storage life of strawberry 'Camarosa' fruits. **Postharvest Technology,** 1–13.

Lara, I., Garcia, P. and Vendrell, M. (2004). Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium–treated strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruit. **Postharvest Biology and Technology,** 3(3), 331–339.

Lamikanra, O. and Watson, M. A. (2004). Effect of calcium treatment temperature on fresh–cut cantaloupe melon during storage. **Journal of Food Science,** 69(6), 468–472.

Lichter, A., Dvir, O., Fallik, E., Cohen, S., Golan, R., Shemer, Z. and Sagi, M. (2002). Cracking of cherry tomatoes in solution. **Postharvest Biology and Technology,** 26, 305–312.

Linskens H. F. and Jackson, J. F. (1991). **Essential oils and waxes** (12th ed.). New York, Berlin, Heidelberg: Springer–Verlag.

Menon, K. V. and Garg, S. R. (2001). Inhibitory effect of clove oil on *Listeria monocytogenes* in meat and cheese. **Food Microbiology,** 18(6), 647–650.

Miceli, A., Ippolito, A., Linsalata. V., and Nigro, F. (1999). Effect of preharvest calcium treatment on decay and biochemical changes in table grape during. **Phytopathologia Mediterranea,** 38, 47–53.

Mytle, N., Anderson, G. L., Doyle, M. P., and Smith, M. A. (2006). Antimicrobial activity of clove (*Syzgium aromaticum*) oil in inhibiting *Listeria monocytogenes* on chicken frankfurters. **Food Control,** 17(2), 102–107.

Rhim, J. W. (2004). Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. **LWT–Food Science and Technology,** 37(3), 323–330.

Sabir, F., Sabir, A., Ozcelik, S. and Kucukbasmaci, A. (2019). Maintenance of postharvest quality of blackberry (*Rubus fructicosus* L.) fruits through salicylic acid and $CaCl_2$ immersions. **Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus**, 18(4), 121–128.

Saftner, R. A., Bai, J., Abbott, J. A., and Lee, Y. S. (2003). Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh–cut honeydew chunks. **Postharvest Biology and Technology**, 29, 257–269.

Shehata, S. A., Abdeldaym, E. A., Ali, M. R., Mohamed, R. M., Bob, R. I., and Abdelgawad, K. F. (2020). Effect of some citrus essential oils on post–harvest shelf life and physicochemical quality of strawberries during cold storage. **Agronomy,** 10(10), 1466.

Singh, R., Sharma, R. and Tyag, S. K. (2007). Pre–harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa Duch.*). **Scientia Horticulturae,** 112(2), 215–220.

Sunila, A. R., Rahman, Z., Khan, N. and Raza, M. A. (2020). Effect of calcium chloride and calcium lactate on shelf life extension of sweet orange. **Pure and Applied Biology (PAB),** 9(2), 1279–1293.

Taghavi, T., Bahamdan, G., Bell, M., Patel, H., Taylor, E. and Rafie, R. (2021). Comparison of five essential oils on postharvest strawberry fruits quality. **ISHS Acta Horticulturae,**

1309, 134.

Utami, R., Annisa, R. R., Praseptiangga, D., Nursiwi, A., Sari, A. M., Ashari, H., Ikarini, I. and Hanif, Z. (2023). Effect of edible coating sodium alginate with addition of siam pontianak tangerine peel essential oil (*Citrus suhuinensis* cv Pontianak) on the physical quality of strawberries (*Fragaria ananassa*) during refrigeration temperature storage. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,** 1200(1), 12–58.

Wisniewski, M., Droby, S., Chalutz, E. and Eilam, Y. (1995). Effects of Ca^{2+} and Mg^{2+} *Brotrytis cinerea* and *Penicillium expansum in vitro* and on the biocontrol activity of *Candida oleophila*. **Plant Pathol,** 44(6), 1016–1024.

กองพัฒนาเกษตรที่สูง. (2543). **การปลูกสตรอเบอรี่.** สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

คงกฤช อินทแสน. (2558). **การปลูกสตรอว์เบอร์รี่.** ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร (เกษตรที่ราบสูง). กาญจนบุรี.

คงกฤช อินทแสน. (2559). **สตรอว์เบอร์รี.** ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรบนที่สูง, กาญจนบุรี.

ครองใจ โสมรักษ์, ณัฐพงษ์ วงษ์มา และอังคณา เทียนกล่ำ. (2560). การเจริญเติบโตและผลของสตรอว์เบอร์รีที่ปลูกในจังหวัดสกลนคร. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี,** 19(2), 77–85.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2538). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2544). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูพงษ์ สุกุมลนันทน์. (2530). **สตรอเบอรี่.** ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณิชาภัทร แก้วมณี, มัณฑนา บัวหนอง และ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย. (2561). ผลของแคลเซียมแลคเตทต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้หั่นชิ้น. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 49(4), 22–25.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2535). **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ดนัย บุณยเกียรติ. (2540). **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ดนัย บุณยเกียรติ. (2543). **คุณภาพและลักษณะของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 70.** รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ มูลนิธิโครงการหลวง.

ดนัย บุณยเกียรติ. (2544). **การพัฒนารสชาติ สี และองค์ประกอบทางเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่.** รายงานฉบับสมบูรณ์ มูลนิธิโครงการหลวง.

ทองใหม่ แพทย์ไชโย และดนัย บุณยเกียรติ. (2541). คุณภาพทางกายภาพและเคมีหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอรี่. **วารสารเกษตร**, 14, 52-61.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. (2533). **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้เศรษฐกิจ.** คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

บัณฑิต คันธา, ทรงศิลป พจนชนะชัย, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต และอรพิน เกิดชูชื่น. (2550). ผลการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศขิง 5 ชนิดตอการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aspergillus flavus*. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร,** 38(1): 29-32.

บุษรินทร์ ท้วมแก้ว. (2563). **การประยุกต์ใช้น้ำโอโซนและน้ำมันหอระเหยจากสมุนไพรเพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* Link. และ *Penicillium citrinum* Thom. ในดอกงิ้วแห้ง (*Bombax Ceiba* L.).** (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยพะเยา. คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร.)

ประสาทพร สมิตะมาน และดนัย บุณยเกียรติ. (2543). **สตรอเบอรี่.** ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ปวีณ์นุช ถือแก้ว. (2560). **น้ำมันหอมระเหย.** https:/www.mhesi.go.th main/en/knowledge/modern-science/165-practical-rad/7425- essential-oil_7425.

พรรณพนัช แช่ม. (2562). **ผลของสารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วยน้ำว้าและสารเคลือบผิวอัลจิเนทต่อคุณภาพของผลมะนาวหลังการเก็บเกี่ยว** (Doctoral dissertation, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร.).

รุ่งนภา ทองพันชั่ง. (2558). **ต้นทุนและผลตอบแทนของการแปรรูปสตรอเบอร์รี่ของ**

วิสาหกิจชุมชนแปรรูปไม้ผลเมืองหนาวบ่อแก้วอำเภอสะเมิงจังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่.

รุ่งนภา อินทปิ่น. (2547). **การใช้แคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน *Nephelium lappaceum* L. CY. RONGRAIN.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร. ภาควิชาพฤกษศาสตร์.)

วนิดา ไทรชมพู, ภรณ์ประภา อ่วมนุช, กัลยา แสงฉวี และ ปิลันธนา เลิศสถิตธนกร. (2563). การพัฒนาเม็ดบีดส์จากน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 1(1), 24–34.

วิรัตน์ ปราบทุกข์, บรรจง ปานดี, พิมุกต์ พันธรักษ์เดชา, กนกธร วงศกิติ, อาคม พรหมเสน สุธาศินี นนทะจักร, เผาไท ถายะพิงค์, ศิวาภรณ์, หย่องเอน และวรวัฒน์ วันติกิจเจริญกูล. (2556). **การปลูกสตรอว์เบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80.** สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). เชียงใหม่.

วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ, จิราภรณ์ ปักธงชัย, วรภัทร ลัคนทินวงศ์, พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธุ์, อรประภาเทพศิลปะวิสุทธิ์, พฤกษ์ ชุติมานุกูล และ ดุสิต อธินุวัฒน์. (2565). ประสิทธิภาพของฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* สาเหตุโรคผลเน่าในลองกอง. **Thai Journal of Science and Technology**, 10(5), 521–531.

สมสุดา วรพันธุ์, วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก, และ วาสนา พิทักษ์พล. (2559). ผลของระยะเวลาในการรมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus tubingenesis* และ *Penicillium steckii* ในก้านผักตบชวาแห้ง. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**, 3(3), 09/29–35.

สวามินี ธีระวุฒิ และปฏิยุทธ์ ขวัญอ่อน. (2560). **การประยุกต์ใช้สารเคลือบกันหืนจากอัลจิเนตเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากุ้งขาวต้ม ผลของการบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศ.** มหาวิยาลัยบูรพา.

สังคม เตชะวงค์เสถียร. (2532). **สตรอเบอร์รี่.** วิทยาลัยอุบลราชธานี,จังหวัดอุบลราชธานี.

สายชล เกตุษา. (2528). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. (ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์). **การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว.** http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=26&chap=6 & page = 126-6-infodetail02.html.

สำนักงานพาณิชย์ จังหวัดเชียงใหม่. (2537). **สตรอเบอรี่.** โครงการพัฒนาตลาดเพื่อสนับสนุนการผลิตในระดับจังหวัดเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุธิดา อัครชนียากร, วาสิฏฐี เนียมสุวรรณ์ และ สุธีรา ขันทพันธ์. (2563). ผลของสารเคลือบบริโภคได้และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อสมบัติทางกายภาพ ประสาทสัมผัส และจุลชีววิทยาของมะละกอสดตัดแต่ง. **วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์**, 19(2), 158-174.

อิษยา นะมิกิ, สุภาวดี วงษ์ภมร, ภาณุมาศ โคตรพงศ์, การิตา จงเจือกลาง และเจนจิรา เชาว์ไว. (2561). ผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร,** 49, 1 (พิเศษ), 456-458

มหาวิทยาลัยพะเยา
UNIVERSITY OF PHAYAO

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	ธนพร ไกรยุทธ
วัน เดือน ปี เกิด	12 สิงหาคม 2539
สถานที่เกิด	นครสวรรค์
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	222/24 ม.8 ต.นครสวรรค์ตก อ.เมือง จ.นครสวรรค์ 60000
ผลงานตีพิมพ์	ธนพร ไกรยุทธ, อาระยา ยงจอหอ, นัทรีญา นุเสน และ วาสนา พิทักษ์พล. (2023). ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้อัลจิเนตและแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอว์เบอร์รีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. Health Science, Science and Technology Reviews, 16(2), 95-105.
รางวัลที่ได้รับ	-